

9•2012

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

ЗОЛОТОЙ ФОНД ПРЕССЫ 2012

Комнатный термометр

конструкция выходного дня

- Компоненты микросистемной техники
- Устройство проигрывателей DVD
- Модернизация активных громкоговорителей ПК
- Трёхпроцессорный ревербератор

...и ещё 16 конструкций

9
2012

ISSN-0033-765X
9 770033 765009 12009

Простой КВ усилитель мощности на лампах ГИ-7Б

Яков ЛАПОВОК (UA1FA), г. Санкт-Петербург



Яков Семёнович Лаповок (UA1FA).

Позывной UA1FA звучит в радиолюбительском эфире с 1950 г. Он известен во всём мире, прежде всего, коротковолновикам из стран бывшего СССР, но не только по встречам в эфире.



КВ усилитель мощности — общий вид.

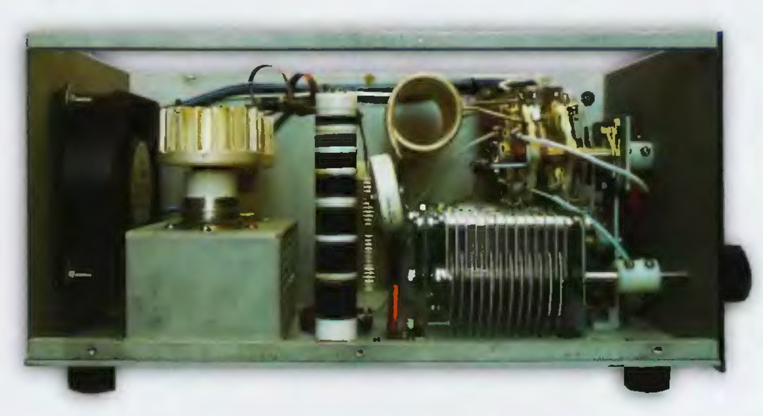


КВ усилитель мощности — вид на монтаж сверху.

За эти годы Яков Семёнович Лаповок создал несколько десятков аппаратов для любительской радиосвязи на КВ (и один, и в соавторстве с Г. Джунковским, UA1AB), многие из которых были отмечены высокими наградами на всесоюзных выставках творчества радиолюбителей-конструкторов. Описания многих из них появились на страницах журнала "Радио". Эти аппараты (в основном трансиверы) были повторены тысячами энтузиастов связи на КВ и обеспечили их активность в эфире в те годы, когда созданная своими руками аппаратура была основой для любительской радиосвязи в нашей стране.

В последние годы UA1FA разработал несколько удачных конструкций КВ усилителей мощности. Описание одной из них мы предлагаем нашим читателям в этом номере журнала.

(см. статью на с. 62)



КВ усилитель мощности — вид на монтаж сбоку.

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Удобный комнатный термометр (см. статью на с. 53).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

КАРМАННЫЙ ОСЦИЛЛОГРАФ — ИГРУШКА ИЛИ ПРИБОР?
АВТОМАТИЧЕСКОЕ ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО
ПОХОДНЫЙ СВЕТОДИОДНЫЙ СВЕТИЛЬНИК
ИЗМЕРИТЕЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ

Тираж журнала «Радио» № 8 сдан для рассылки подписчикам 01.08.2012 г.



9•2012
МАССОВЫЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Адрес редакции: 107045, Москва, Селиверстов пер., 10
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**
Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 608-99-45, e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 608-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ОАО "Сбербанк России" г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225
Подписано к печати 17.08.2012 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная
Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по каталогу Управления федеральной почтовой связи — 89032;
по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

Отпечатано в ЗАО «ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ЭКСТРА М», 143400, Московская обл., Красногорский р-н, а/м «Балтия», 23 км.
Зак. 12-08-00282.

2 августа 2012 г. на 75-м году ушёл из жизни наш товарищ, член редколлегии журнала "Радио" с 1975 г., Владимир Григорьевич Маковеев. Всю сознательную жизнь Владимир Григорьевич посвятил телевидению и кино. Начинал с ремонта телевизоров КВН-49, заведовал учебной лабораторией телевидения Московского электротехнического института связи (МЭИС), который он в то время заканчивал, разрабатывал методы электронной рирпроекции, работал по специальной тематике, руководил научно-исследовательским сектором МЭИС, а в должности главного инженера создал и запустил в эксплуатацию крупнейший телевизионный комплекс — Останкинский телецентр имени 50-летия Октября. Большим телевизионным системам была посвящена его докторская диссертация. Он был настоящим Главным, понимающим и готовым помочь каждому работнику в решении любой проблемы (как теоретической, так и сугубо практической).



Наиболее полно его талант исследователя расцвёл при руководстве Всесоюзным научно-исследовательским институтом радиовещания и телевидения — из института теории и практики записи звуковых и телевизионных сигналов вырос общесистемный институт отрасли звукового и телевизионного вещания.

Обширные знания, всеобщее уважение, умение руководить большими коллективами по праву позволили доверить ему руководство техникой отраслей кино, звукового и телевизионного вещания в ЦК КПСС, а затем назначить на должность заместителя председателя по технике в Комитете по кинематографии и Комитете по телевидению и радиовещанию СССР.

В новой России Владимир Григорьевич обратил свою энергию на становление систем кабельного телевидения, объединение операторов для повышения качества оказываемых услуг.

Все накопленные знания Владимир Григорьевич старался передать окружающим: лекции в МЭИСе (чаще всего он читал студентам вечернего отделения — у других преподавателей они засыпали, устав на работе), Гуманитарном институте телевидения и радиовещания имени М. А. Литовчина, выступления на совещаниях, конференциях, написание статей. Талант журналиста позволял ему просто формулировать сложнейшие вопросы развития современного телерадиовещания. С некоторой иронией он подошёл к повальной цифровизации, несущей помимо преимуществ много сложностей, порой и бед.

Родина высоко оценила его труд — "Заслуженный работник связи Российской Федерации", кавалер трёх орденов СССР: Трудового Красного Знамени, Дружбы народов и Знак Почёта, а также ордена Дружбы Российской Федерации и ряда медалей.

Редколлегия журнала "Радио", все, лично знавшие его, а также читатели будут помнить ироничного "Кузьму Пруткова" (под этим псевдонимом он вёл рубрику в журнале Broadcasting), готового помочь в любом начинании в телерадиовещании, доброго, умного радиолюбителя, анализирующего и поддерживающего всё передовое, несущее людям знания и радость.

РАДИО® НАУКА И ТЕХНИКА тел. 608-83-05 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru РАДИО № 9, 2012

Компьютерные инновации

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

В начале 60-х годов прошлого века в нашей школе № 444 г. Москвы появилась первая ЭВМ УРАЛ. Потом учащиеся осваивали работу программистов на М-20, БЭСМ-4, ЕС-1033 и др. В то время это была большая редкость не только для школ. Сегодня же компьютеры воистину везде. Они маленькие, большие и очень большие. Их кладут в карман или строят из них "облака". А многие даже стали вполне самостоятельными пользователями сети Интернет. И думать о том, что будет, если их вдруг не станет, откровенно не хочется. Главное, что в их устройстве так много нового и интересного, объединяющего усилия целых армий разработчиков, от физиков и химиков до связистов и программистов.

Персональный "дедушка"

Немного истории — 23 апреля первому популярному "домашнему" компьютеру исполнилось 30 лет. В 1982 г. английская компания Sinclair Research на основе микроконтроллера Z80 создала 8-разрядный компьютер ZX Spectrum. Небольшая цена позволила продать за 1,5 года свыше миллиона этих машин подружившимся с ними пользователям. Там использовалась технология ULA (Uncommitted Logic Array) — бо́льшая часть элементов размещалась в одной микросхеме, в качестве монитора был обычный телевизор, а магнитофон — внешний накопитель информации. С тех пор по современным меркам "утекло" очень много времени, и мы регулярно удивляемся тому, из чего же делают наших "умных" друзей.

Транзисторы будущего

Уникальные свойства графена открывают множество перспектив. Одна из возможных — использование в качестве основы сверхпроводящего транзистора. Собственно основа, приведшая к появлению графена, была заложена в 1947 г., когда сотрудники компании Bell У. Шокли, Дж. Бардин и У. Браттейн изобрели транзистор. До этого электроника базировалась на вакуумных лампах, не поддающихся масштабированию, ибо сильно уменьшать их габариты, как это проделывают с транзисторами, нельзя, поскольку изменяются их свойства. И вот уже больше 40 лет закону Мура, согласно которому число транзисторов в микросхемах каждые 1,5—2 года удваивается. "Модный" размер 2012 г. — 32 нм. Предполагается, что в 2014 г. он составит 22 нм, после чего будет скачок — до 12 нм. А что дальше? Ведь физические свойства полупроводника при сверхмалых размерах могут изменяться.

Плёнка толщиной в один атом — это абсолютный предел развития в одном из измерений. Свойства графена совместимы с традиционной "плоской" технологией полупроводникового транзистора, но его прочность в 200 раз выше, чем у стали, теплопроводность существенно выше, чем у меди, и имеет место крайне высокая подвижность электронов (малое удельное сопротивление). Получается, что графен — это полупроводник с нулевой шириной запрещённой зоны и нулевыми эффективными массами электронов и дырок. Так что в результате симметрии системы электроны и дырки по поведению становятся похожи на ультрарелятивистские частицы. За счёт определённых механизмов (например, обмена такими квазичастицами, как фононы или плазмоны) ультрарелятивистские электроны графена имеют способность спариваться, т. е. графен может быть сверхпроводником. При этом идёт многозонное спаривание, в котором участвуют частицы и из зоны проводимости, и из валентной зоны. Интересно, что, помимо собственной сверхпроводимости, упомянутый многозонный характер спаривания электронов в графене может проявляться и в случав близости сверхпроводника. Именно этот факт лежит в основе идеи сверхпроводящих бездиссипативных транзисторов: если поднести к сверхпроводнику слой графена, то он также станет сверхпроводящим.

Сами же нобелевские лауреаты А. Гейм и К. Новосёлов создают сегодня графеновую электронику. Вместе с коллегами из Великобритании, Нидерландов, Португалии, США и России им удалось сконструировать графеновый туннельный транзистор с характеристиками, подходящими для промышленного производства.

Известно, что в туннельном транзисторе, в отличие от обычного полевого, канал контролируется с помощью квантового туннельного эффекта, а не инжекции заряда. При наложении внешнего напряжения электроны преодолевают потенциальный барьер со значительно большей вероятностью, и теоретические расчёты показывают, что такой транзистор будет требовать в разы меньшего напряжения для переключения состояний, а значит, значительно снизит энергопотребление микросхем. Однако до сих пор не существовало реализованных образцов туннельных транзисторов, работающих при комнатной температуре.

Наряду с замечательными электрическими свойствами у графена есть и недостатки — в частности, отсутствие запрещённой зоны, т. е. области значений энергии, которую не могут иметь носители заряда. Именно наличие запрещённой зоны отличает полупроводник от металла и делает возможным функционирование основных элементов интегральных микросхем. Отсутствие запрещённой зоны физики из разных уголков света предлагали обойти, создав своеобразный пространственный барьер. Была идея туннельного транзистора из двух тонких графеновых лент, но сделать это оказалось непросто.

Тогда решили попытаться использовать графен не вдоль, как обычно, а поперёк, создав на его основе структуру типа сэндвич, использовав в качестве начинки монослои нитрида бора и дисульфида молибдена. Полученные устройства продемонстрировали соотношения токов включенного и выключенного состояния от 50 до 10000, которые практически не зависели от температуры. Исследователи показали, что технология пригодна для масштабирования и позволит создавать быстродействующие энергоэффективные устройства и миниатюризировать микросхемы.

В мае текущего года институт технологий Samsung заявил о создании первого в мире трёхмерного активного устройства с переменным графеновым барьером, способным эффективно блокировать электрический ток в транзисторах. Если эксперименты завершатся успешно, появятся транзисторы, способные увеличить производительность компьютеров в сотню раз.

Специалисты IBM разработали транзистор на основе нанотрубки, размер которого равен 9 нм, что на 1 нм меньше теоретического предела физической размерности кремниевых транзисторов. В реальности самый маленький кремниевый транзистор, разработанный Intel, имеет размер 22 нм. Он потребляет меньше энергии и способен передавать больший ток по сравнению с современными. Технология находится на этапе лабораторных исследований, и до начала серийного производства микросхем на основе таких транзисторов ещё далеко, поскольку предстоит разработать методику их точного размещения на подложке и избавиться от металлических примесей.

Группа инженеров из Федеральной политехнической школы Лозанны в Швейцарии утверждает, что ей впервые удалось создать микросхему на основе очень перспективного материала — молибденита, или, говоря иначе, молибденового блеска. Такие микросхемы меньше и энергоэффективнее классических кремниевых, а также обладают бо́льшим быстродействием. Специалисты говорят, что по большинству показателей этот материал превосходит кремний, а по ряду показателей он

даже соответствует графену, при том, что стоимость промышленного производства дисульфида молибдена ниже.

Но и это ещё не всё, поскольку дело дошло уже до отдельных атомов. Международная группа учёных сообщила о том, что создала транзистор, состоящий из одного атома фосфора, размещённого на кремниевой подложке. Учёные использовали сканирующий туннельный микроскоп вкупе с литографией.

На первом этапе работы кремниевая поверхность подвергалась воздействию высокой концентрации фосфина PH_3 при комнатной температуре. В силу своих химических особенностей и высокой концентрации фосфин покрывал поверхность особым образом — пара атомов водорода и атом фосфора прикреплялись к одному атому кремния, в то время как третий атом водорода из молекулы цеплялся за соседний с первоначальным атомом кремния. Полученные димеры ориентировались тройками — в каждой тройке пары атомов кремния располагались строго друг над другом (если смотреть на поверхность сверху), причём пары водород-кремний и водород-водород-фосфор-кремний были расставлены в матрице в шахматном порядке. Нагрев полученной конструкции приводит к тому, что один из атомов кремния замещается на атом фосфора. Этот процесс регистрировался сканирующим туннельным микроскопом, после чего нагрев прекращался. Отличительной особенностью новой технологии, по словам учёных, является высокая точность размещения атома углерода — погрешность, по сути, равна размеру кремниевой решётки, т. е. 3,8 Å (ангстрем). Чтобы превратить атом в транзистор, аналогичным образом на некотором отдалении от него были вытравлены эмиттер и коллектор, которые располагались на расстояниях 9,2 и 9,6 нм от атома фосфора соответственно. Работает такой транзистор только при очень низких (гелиевых) температурах. И пока это лишь практическая демонстрация возможностей миниатюризации.

Но и это не единственная разработка — специалисты из Йельского университета в США и инженеры из Корейского технологического университета города Ганжу показали, что молекула бензола, помещённая на золотой контакт, может вести себя в точности как кремниевый транзистор. В рамках опыта учёным удалось манипулировать различными энергетическими состояниями молекулы за счёт изменения электрического напряжения, подаваемого на золотой контакт. В зависимости от того, какой ток проходил через молекулу, менялись и её состояния. Это, конечно же, тоже демонстрация возможностей, но все современные инженеры сходятся во мнении, что будущее электроники как раз в "молекулярном компьютинге".

Процессоры

23 апреля компания Intel приступила к поставкам 13 моделей 4-ядерных процессоров нового поколения Ivy Bridge. Это первые микросхемы, которые произведены на основе 22-нм технологического процесса. И это первые процессоры, в которых применены транзисторы, выполненные по технологии Intel 3D Tri-Gate с трёхмерным затвором. Это увеличивает площадь, по которой передвигаются электроны, что позволяет снизить управляющий ток и ток утечки. Примечательно, что разработка была сделана ещё в 2002 г., и лишь сейчас Intel ставит её на коммерческие рельсы. По данным Intel, Ivy Bridge на 20 % быстрее по сравнению с процессорами предыдущего поколения Sandy Bridge и потребляют на 20 % меньше энергии.

В рамках встречи с инвесторами президент и главный исполнительный директор Intel Пол Отеллини представил примерный долгосрочный план развития. В настоящее время корпорация занимается разработкой 14-нм технологии производства и приступила к исследованиям в области 10-нм, 7-нм и 5-нм технологий. Примерно в 2015 г. Intel планирует перейти на 10-нм технологическую норму.

Инженеры из Университета Калифорнии в Беркли считают, что компьютеры будущего, возможно, будут использовать магнитные процессоры, потребляющие в миллион раз меньше электроэнергии, чем нынешние (фактически вообще не будут потреблять внешней энергии). Современные "электронные" микропроцессоры банально греются. Но микропроцессоры, оснащённые нанометровыми магнитами, похожими на магниты в электродвигателях, не будут требовать перемещения электронов, и никакого нагрева не будет. В Беркли говорят, что подобные микросхемы будут рассеивать лишь 18 микроэлектронвольт на одну операцию в условиях комнатной температуры — это примерно в миллион раз меньше, чем энергия, потребляемая микропроцессорами сегодня. В общем, и обрабатывать, и хранить данные можно будет с помощью магнитов. Правда, это тоже пока лишь исследования возможностей. На сегодня в Беркли разработали прототипы миниатюрных магнитов от 100 до 200 нм, однако на стадии реального производства их размер планируется сократить примерно в 10 раз. В основе логического определения магнитных транзисторов будет лежать факт их намагниченности (логический ноль говорит о нейтральном состоянии магнита).

Память

Компания HGST (ранее — Hitachi GST, а ныне дочерняя компания Western Digital) объявила о намерении продемонстрировать твердотельный накопитель (SSD) с промышленным интерфейсом SAS, обеспечивающим скорость передачи данных в 12 Гбит/с. Новый интерфейс предложит удвоенную скорость передачи данных по сравнению с современными SSD и жёсткими дисками промышленного назначения, интерфейс в которых ограничивается скоростью в 6 Гбит/с. Устройство будет предназначено для систем хранения данных и облачных платформ.

Компания Samsung сообщила о начале производства 20-нанометровых модулей памяти формата LPDDR2 для ноутбуков и мобильных устройств. Толщина готовых модулей составляет всего 0,8 мм, что на 20 % меньше, чем у предыдущих 30-нанометровых LPDDR2 чипов.

Производитель жёстких дисков Seagate Technology продемонстрировал новую технологию, позволяющую размещать до триллиона бит на одном квадратном дюйме поверхности пластины жёсткого диска. Пока такого нет у других производителей накопителей. На протяжении следующих 10 лет Seagate собирается выпускать 3,5-дюймовые жёсткие диски, ёмкость которых будет доходить до 60 Тбайт. Для сравнения: сегодня самые вместительные модели дисков имеют ёмкость в 3 Тбайт или 620 млрд бит на квадратный дюйм. В Seagate говорят, что последние тенденции развития технологий ещё и ещё раз доказывают, что слишком больших жёстких дисков не бывает. Так, социальная сеть Facebook сейчас хранит около 100 петабайт одних лишь фотографий и видео. Одновременно с этим, многие системы хранения сейчас отказываются от жёстких дисков, отдавая предпочтение более скоростным, но менее вместительным, SSD-накопителям. В Seagate говорят, что, с их точки зрения, даже в 10-летней перспективе системы хранения данных не смогут полностью отказаться от жёстких дисков из-за их феноменальной вместительности.

Для размещения терабита данных на одном квадратном дюйме поверхности Seagate использовала технологию магнитной записи с подогревом (HAMR — heat-assisted magnetic recording), в которой сверхточные лазеры буквально "вжигают" данные на подложку из железного сплава. HAMR как технология находится в разработке уже около шести лет, но и сегодня она по-прежнему находится на ранней стадии развития. Сегодняшние коммерческие жёсткие диски используют в большинстве случаев технологию перпендикулярной магнитной записи (PMR — perpendicular magnetic recording), у которой есть некоторые ограничения. К примеру, если магнитные "зёрна" разместить слишком близко друг к другу, пытаясь добиться более высокой плотности записи, то они могут начать мешать друг другу, не позволяя считывающей головке получать данные. С помощью HAMR лазерная система поднимает температуру поверхности пластины до 650 К (около



377 °C), однако на очень короткий промежуток времени — примерно на одну наносекунду. В условиях высокой температуры эффект магнитной интерференции значительно снижается, позволяя размещать данные на диске гораздо плотнее и считывать их потом при более низких температурах. В Seagate говорят, что первые модели будут иметь ёмкость примерно в 10 Тбайт.

IBM и Micron Technology занялись совместным доведением до ума первых микросхем оперативной памяти, опирающихся на производственные КМОП-технологии с соединениями, проходящими через кремниевую пластину. Речь идёт о вертикальных проводниках, которые электрически соединяют слои отдельных кристаллов в Micron "гибридном кубе памяти" (Hybrid Memory Cube). Технологический процесс установлен в 32-нм рамках. Прототипы показывают производительность на уровне 128 Гбайт/с, тогда как самые современные DDR3-микросхемы хвастаются 12,8 Гбайт/с. Заявлено также о снижении на 70 % энергопотребления и на 90 % площади. После пяти лет исследований удалось сократить число атомов, требуемых для создания одного разряда данных, с миллиона до двенадцати. Технологический прорыв позволит конструировать хранилища данных с ёмкостями, многократно превышающими нынешние жёсткие диски и флеш-накопители. Легко представить, если вместо 1-Тбайт винчестера в руках пользователей окажутся 100- и 150-Тбайтные жёсткие диски: если раньше на них была музыкальная библиотека, то теперь будет видеотека.

Современные хранилища данных опираются на ферромагнитные материалы, в которых спин атомов упорядочен в одинаковом направлении. Учёные из IBM воспользовались нетипичной формой магнетизма под названием антиферромагнетизм, когда спин атомов выставлен в противоположных направлениях. Это позволяет создать экспериментальную магнитную память на уровне атомов, которая, по крайней мере, в сотню раз плотнее современных накопителей. Современный метод магнитного хранения выстраивает атомы железа в одну линию с одинаковой магнитной поляризацией, требуя увеличенного расстояния между собой. В новой разработке атомы имеют противоположное намагничивание и располагаются более плотно. Правда, на практическое внедрение открытия потребуется 5—10 лет.

Исследователи из Университета Джонса Хопкинса возродили интерес к разработке компьютерной памяти на основе фазового перехода (phase-change memory, PCM, PRAM). В результате на горизонте появились системы хранения данных с внушительной ёмкостью, которые смогут не только эксплуатироваться дольше, но работать быстрее, нежели нынешние оптические, флеш- и магнитные носители. Основой является халькогенид, стеклянное вещество, содержащее посеребрённые полупроводники, такие как германий, сурьма и теллур. Они обладают свойством менять собственное физическое состояние, выраженное упорядочиванием атомов, из кристаллического в аморфное путём приложения небольшой порции тепла. А так как у этих двух состояний характеристики электросопротивления различны — кристаллическая фаза с большим сопротивлением (логическая единица) и аморфная с малым сопротивлением (логический ноль) — и могут быть легко измерены, халькогениды выступают идеальным материалом для хранения данных. Существующие образцы могут находиться даже в четырёх отдельных состояниях, что позволяет хранить в одной ячейке сразу два разряда. Благодаря переменному коэффициенту преломления похожие халькогенидные материалы используются в CD-RW и DVD-RW. Учёные выяснили, что если с помощью алмаза "надавить" на носитель, это изменяет его свойства, замедляя время перехода из аморфного состояния в кристаллическое, что положительно скажется на способах фиксации нужного логического разряда. При этом удалось сформировать и другие состояния — частично кристаллические, что позволит хранить больше данных при той же плотности. Всё идёт к тому, что флеш-накопители уступят место памяти с фазовым переходом, тем более нынешние её прототипы в сто раз быстрее и в 50 раз долговечнее.

Квантовый компьютер

Как сообщает сайт **membrana.ru** со ссылкой на PhysOrg.com, физики из Нидерландов и Университета Южной Калифорнии (USC) создали на основе алмаза квантовый компьютер.

Квантовые компьютеры, в отличие от "классических", оперируют не битами, а кубитами (кубит — единица квантовой информации, "квантовый бит"), в которых хранится не дискретное состояние "0" или "1", а их суперпозиция — наложение состояний, которые с классической точки зрения не могут быть реализованы одновременно. Теоретически квантовый компьютер должен гораздо эффективнее решать задачи в области дискретной оптимизации (в том числе из комбинаторной оптимизации), для которых не приспособлены обычные компьютеры с бинарной логикой. Например, это может быть задача маршрутизации транспорта, анализ финансовых рисков, распознавание образов, классификация изображений и т. д.

В новой разработке кубиты представлены гибридной системой, в качестве первого кубита выступило ядро атома азота (примесь в алмазе), в качестве второго — электрон. Точнее, кубиты были представлены спинами этих частиц. Квантовые ячейки на основе одних электронов в любом твёрдом теле, по идее, способны проводить быстрые вычисления, но эти частицы очень быстро теряют связанное состояние. Ядро "держится" гораздо дольше. В смешанном компьютере физики и вовсе придумали оригинальную защиту от декогеренции — нарушения синхронизации, вызываемого внешней средой. Фактически авторы нового устройства решали именно ту проблему. Кроме взаимодействия двух кубитов, свою роль играло вмешательство извне.

С помощью микроволновых импульсов авторы работы регулярно меняли спин электрона. По словам одного из авторов опыта, это было похоже на путешествие во времени: влияние на электрон уничтожало появляющуюся несогласованность между параметрами двух частиц. Это искусственное вмешательство позволяло периодически отсекать вредное воздействие среды, так что времени, которое оставалось, хватало на выполнение квантовых операций. При этом внутренний резонанс в такой спин-спиновой системе помогал избежать конфликта между добавкой этих внешних импульсов и выполнением поставленной задачи.

Чтобы показать, что их система в алмазе работает именно в квантовом режиме, команда разработчиков выполнила на компьютере алгоритм Гровера (примерно как поиск имени в телефонной книге, если известен только телефонный номер). В классической ситуации вы можете натолкнуться на этот номер на первых страницах, которые выбирают наугад, а можете — на последних. При большом числе таких задач вы будете находить нужного человека, пролистав, в среднем, половину книги. Но квантовый компьютер в силу принципа суперпозиции в состоянии решить такую задачу гораздо быстрее. Образно говоря, ему правильный ответ будет попадаться, как правило, в самом начале перебора.

Оказалось, что машина, оперирующая защищёнными кубитами, делала правильный выбор с первого раза в 95 % попыток, что было бы невозможно при классическом переборе. То ли ещё будет...

Суперкомпьютеры

В китайском институте по исследованию геномики "Хуада" (английское название — BGI) суперкомпьютер "Тяньхэ-1А" с производительностью 2,5 Пфлоп/с собираются применить для генетических исследований. Вначале с помощью "Тяньхэ-1А" будет разработан высококачественный инструмент биоинформационных вычислений и анализа, который будет использоваться для изучения внутренней закономерности различных жизненных явлений. На следующем этапе усилия лаборатории будут

сосредоточены на формировании полной платформы биоинформационных вычислений и анализа, которая будет играть активную роль в ускорении коммерческого использования генетических технологий в областях биоагрономии, разработки и освоения новых лекарств и др. На настоящий момент система суперкомпьютеров "Тяньхэ-1А" уже использована в областях анимационной киноиндустрии, биофармацевтики и нефтяной разведки. Уже зарегистрировано более трёхсот пользователей сервисом данной системы.

В прошлом году компания Fujitsu завершила работу над суперкомпьютером "К", который оказался самым мощным в мире и временно вывел Японию на первую строчку списка мощнейших компьютеров мира (производительность — 8 Пфлоп/с, работает на базе 69 тыс. восьмиядерных процессоров SPARC). На сегодня, в отличие от большинства производителей суперкомпьютеров, использующих гибридную архитектуру типа GPU-x86CPU, в Fujitsu придерживаются мнения, что лучший суперкомпьютерный гибрид — это гибрид на базе процессоров SPARC и x86. Кстати, именно Fujitsu и занимается созданием SPARC (в том числе и для Oracle). Не так давно компания заявила, что подписала соглашение с Университетом Кюсю о строительстве для него нового суперкомпьютера, мощность которого составит примерно 10,5 Пфлоп/с, что соответствует мощности "К". Сам "К" расположен в Токийском университете. Значительная часть мощности суперкомпьютеров — это решения на базе Fujitsu Primergy CX1000 и Xeon 5600, появившихся ещё два года назад. Совсем недавно производитель презентовал новое поколение этих серверов на базе Xeon E5-2600. Новый суперкомпьютер будет иметь 1476 таких серверов с двумя процессорами в каждом и суммарной памятью 184,5 Тбайта. Весь суперкомпьютер будет работать на специальной суперкомпьютерной версии Linux. Информации о стоимости суперкомпьютера в открытом доступе нет.

Американская Национальная физическая лаборатория Окридж в Теннесси в текущем году получит мощный суперкомпьютер Titan, который должен будет возглавить список мощнейших суперкомпьютеров мира. На нём будет производиться моделирование ядерных процессов и взрывов, а также проектирование новых наноматериалов и пр. Подрядчиком выступает известная компания Cray. На первом этапе мощность компьютера составит 10 Пфлоп/с, а потом достигнет 20 Пфлоп/с или 20 квадриллионов операций в секунду. В Окриджской лаборатории уже есть суперкомпьютер производства Cray, но новая система будет в разы мощнее и современнее.

В настоящее время мощнейшим на территории США суперкомпьютером является система Jaguar производства всё той же Cray, однако эта машина, построенная только на базе центральных процессоров, имеет мощность в 2,33 Пфлоп/с. В отличие от Jaguar, Titan будет работать как на базе центральных x86-процессоров, так и на базе графических процессоров Nvidia Tesla. Суперкомпьютер Jaguar состоит из индивидуальных серверов, в каждом из которых по два процессора AMD Opteron. У Titan будет иная организация: вместо второго процессора Opteron тут будет работать графический процессор Tesla, оптимизированный для многопоточных параллельных расчётов. Новый суперкомпьютер в Окридже будет иметь примерно 18 000 GPU Tesla, работающих одновременно. Хотя Titan имеет пиковую производительность в 20 Пфлоп/с, его архитектура теоретически позволяет выпускать суперкомпьютеры мощностью до 100 Пфлоп/с. Говорят, что это случится где-то в 2017 г.

Корпорация IBM также создаёт свой суперкомпьютер на 20 Пфлоп/с для нужд Национальной лаборатории им. Лоренца в Ливерморе.

В последнее время разработчики суперкомпьютеров начали активно комбинировать мощность центральных процессоров с многопоточными графическими чипами для достижения большой мощности в параллельных расчётах. Графические чипы в этих системах играют роль сопроцессоров в таких операциях, как моделирование, анализ огромных массивов данных и других.

Есть свои достижения и в России. Как сообщил сайт CNews, учёные, чиновники и представители бизнеса под эгидой "Росатома" завершили доработку концепции по созданию первого в России экзафлопсного суперкомпьютера, который должен лечь в основу деятельности Национальной суперкомпьютерной технологической платформы. В написании документа, помимо "Росатома" и подведомственных ему структур, принимали участие несколько институтов РАН и других вузов Минобрнауки, а также единственный представитель бизнеса в чистом виде — компания-производитель суперкомпьютеров "Т-Платформы". Экзафлопсный суперкомпьютер способен выполнять свыше квинтиллиона (10 в 18-й степени, миллиард миллиардов) операций в секунду. Это почти в тысячу раз больше производительности установленного в МГУ самого мощного на сегодняшний день российского суперкомпьютера "Ломоносов" (1,3 Пфлоп/с).

Как следует из документа, работы по созданию экзафлопсной машины предполагается выполнить в три этапа с окончанием в 2015, 2017 и 2020 гг., предусматривающих разработку суперЭВМ производительностью 10, 100 и 1000 Пфлопс соответственно. На основе концепции планируется написать стратегическую программу с экономическим обоснованием и представить её на утверждение чиновникам. В публичный доступ оценки стоимости проекта авторы этой пока ещё виртуальной победы на суперкомпьтерном фронте решили не включать.

Они умнеют

Компьютеры будущего будут учиться взаимодействовать с нами. Им уже не будет необходимости иметь перед собой человека, работающего с ПО, однако именно через взаимодействие с человеком они будут учиться понимать, какие типы данных и информации нужны "царю природы". Они станут постоянно повышать качество "понимания" информации, что позволит им самим создавать более нужные выборки данных и корректировать собственное ПО. Нечто подобное ранее было воплощено в суперкомпьютере IBM Watson в рамках форума IBM Smarter Computing Executive Forum, проводимого IBM в Нью-Йорке. Ключевой особенностью компьютеров будущего является именно совместная с человеком работа над теми или иными задачами, а также осознание того, как человек видит ту или иную задачу. Ранее Watson принимал участие в телевикторине, где наравне с людьми небезуспешно пытался отвечать на любые поставленные вопросы.

В IBM говорят, что ключ к думающим компьютерам лежит через анализ не только вопроса, но и ответа, точнее того, как отреагировал на него человек, и что нужно сделать, чтобы последующие ответы повышали "точность попадания" в заданную область ответа. Одним из таких проектов может на первых этапах стать использование новых алгоритмов в медицине — иногда врачи оказываются слишком перегружены работой. Здесь будут задействованы возможности по пониманию человеческой речи, мгновенной обработке огромных массивов данных и ответам практически на любые вопросы. Кроме того, конфигурация Watson перспективна для финансистов, промышленных компаний и всех остальных, кому необходимо исследовать очень большие массивы данных в реальном времени и получать ответы на поставленные вопросы.

Вряд ли в ближайшем будущем Watson сможет ставить диагноз, однако в отдалённом будущем, когда компьютер пропустит через свои базы множество медицинских данных, справочников и отчётов, такую возможность исключать нельзя. Ну а пока на компьютер можно возложить задачи по составлению отчётов, чистке устаревших журналов и многих остальных задач, на выполнение которых у "настоящих" врачей часто не хватает времени.

Главное — не пропустить момент, когда компьютерный доктор захочет что-нибудь в нас улучшить...

Компоненты микросистемной техники и устройства на их основе.

Датчики

Н. НЕЧАЕВА, канд. техн. наук, г. Москва

Компонентами микросистемной техники (МСТ) называют интегрированные микроэлементы с размерами от микрометра до миллиметра, объединяющие электрические и трёхмерные механические элементы. При таких размерах особое значение приобретают поверхностные эффекты, связанные с трением и смачиваемостью, а также электростатическое взаимодействие, поскольку отношение площади поверхности к объёму для элементов МСТ на порядки больше, чем для "обычных" электромеханических устройств.

Следует отметить, что единообразия в названии таких компонентов в настоящее время нет. В Японии используют термины "мехатроника" и "микромашины", в Европе — "микросистемы". Но наиболее широко распространены принятые в США термины MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) и MOEMS (Micro-Opto-Electro-Mechanical Systems), так как компоненты MOEMS дополнительно содержат ещё и оптические компоненты. В России термин "микросистемная техника" стали использовать в официальных документах после того, как в 1996 г. были утверждены "Приоритетные направления развития науки и техники. Критические технологии федерального уровня" [1]. Этот термин был подтверждён в Указе Президента РФ № ПР-578 от 30.03.2002 "Перечень критических технологий Российской Федерации" [2]. В некоторых случаях используются также наименования "Наноэлектромеханические системы" (НЭМС), "Микронанотехнологии" (МНТ) и "Микроструктурирование" (МС).

Сегодня технология МСТ признана одним из направлений развития электроники, позволяющая существенно улучшить технические характеристики и расширить функциональные возможности электронных систем, снизить энергопотребление, массогабаритные показатели и стоимость производства [3]. А начинались исследования в этом направлении в середине 50-х годов прошлого века, когда был открыт пьезорезистивный эффект (изменение сопротивления образца под действием приложенной механической силы) в кремнии и германии, основных материалах для изготовления полупроводниковых элементов. С середины 90-х годов начались активные исследования и разработки, появились первые промышленные образцы.

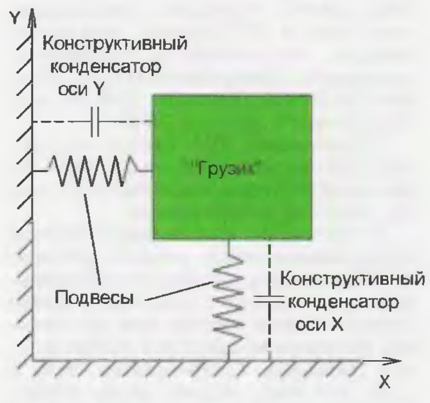


Рис. 1

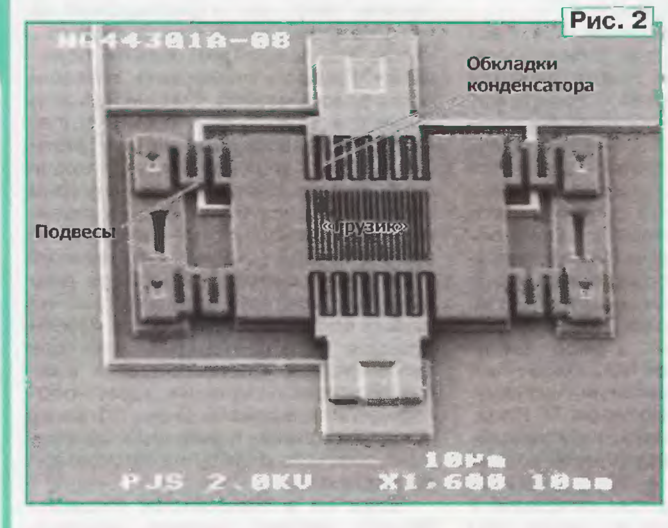


Рис. 2

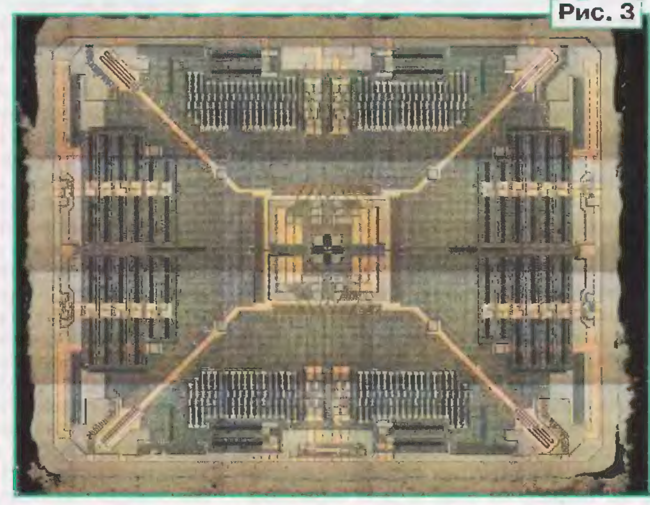


Рис. 3

Наступивший XXI век дал новое направление в развитии кремниевой технологии, основанное на использовании не только планарных, но и объёмных конструкционных свойств кремниевых элементов. В настоящее время МСТ-устройство представляет собой сочетание электронных, механических узлов и чувствительных элементов, выполненных в виде одного компонента на основе технологических процессов, которые применяют в производстве интегральных микросхем. Фактически технология МСТ дополняет традиционные электронные узлы датчиками и исполнительными механизмами, что позволяет создавать функционально законченные системы. Так, можно интегрировать такие устройства с уже существующими электронными компонентами. Основным материалом для изготовления является кремний, что связано с его механическими свойствами и отработанной технологией обработки. Иногда для производства используют металлы (золото, никель, алюминий, хром, титан, вольфрам и др.) или органические материалы.

Все основные МСТ элементы можно разделить на две группы: датчики (в литературе встречаются и другие названия — сенсоры, измерительные устройства), которые преобразуют те или иные неэлектрические воздействия в электрический сигнал и актуаторы (исполнительные устройства), которые выполняют обратную задачу, т. е. преобразуют электрические сигналы в те или иные воздействия или перемещения.

Датчики

Одни из самых известных и коммерчески успешных элементов МСТ — различные датчики движения. Всё больше изделий, как больших, так и малых, снабжают акселерометрами (датчиками ускорения) и гироскопами (датчиками поворота). Сегодня наиболее широко распространены датчики, работа которых основана на конденсаторном принципе (**рис. 1**). Такой датчик содержит подвижную часть — "грузик", подвешенный на эластичных подвесах-пру-

жинах. Между "грузиком" и неподвижным элементом существует конструктивный конденсатор, ёмкость которого постоянно контролирует специальный узел. При возникновении ускорения "грузик" смещается и ёмкость конденсатора изменяется. Измеряя значения и скорость этих изменений, а также зная массу "грузика" и параметры подвеса, можно определить ускорение и его направление. Один из вариантов реальной конструкции МСТ акселерометра показан на **рис. 2** [4].

Конструкции гироскопов могут быть аналогичны акселерометрам. Но в гироскопах значения ускорений по трём осям пересчитываются в значения углов поворота или угловых скоростей. На **рис. 3** показано устройство специализированной микросхемы гироскопа L3G4200D производства STMicroelectronics, которую применяют, например, в iPhone 4. На **рис. 4** показан центральный фрагмент её структуры с большим увеличением.

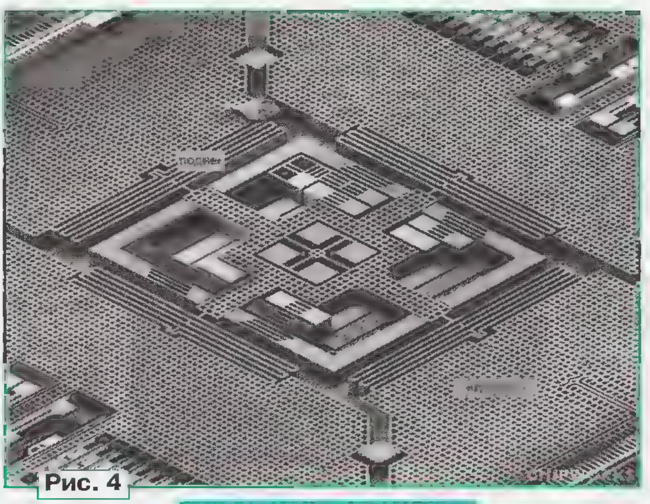

Рис. 4



Рис. 5

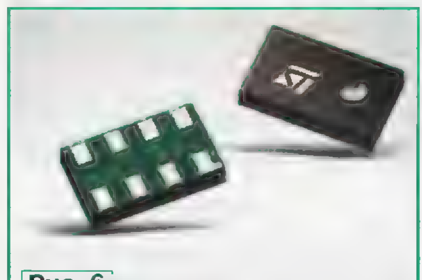


Рис. 6

Кстати, в начале 2012 г. эта фирма объявила о поставке двухмиллиардного датчика и тем самым подтвердила свою ведущую позицию в области поставок МСТ приборов для использования в бытовой и портативной технике. Следует отметить, что прошло всего пятнадцать месяцев с момента, когда был пройден одномиллиардный порог в поставках МСТ-датчиков [5].

Ещё один лидер в производстве датчиков для автомобильной промышленности и бытовой электроники — компания Bosch и её подразделения Bosch Automotive Electronics, а также дочерние предприятия Sensortec и Akustica. Суммарный объём их продукции за 16 лет также превысил два миллиарда. А в настоящее время за один день предприятия фирмы выпускают около 1,3 млн МСТ-датчиков [6].

Кроме конденсаторных, существуют акселерометры, использующие пьезоэффект. Взамен смещения обкладок конденсатора "грузик" оказывает давление на пьезокристаллы. Есть и термальные датчики ускорения. В них в качестве подвижного объекта используется горячий пузырёк воздуха. При ускорении датчика пузырёк отклоняется от центра системы, что отслеживают датчики температуры.

Автомобильная промышленность первой стала широко применять серийно выпускаемые устройства МСТ. Произошло это в 90-х годах прошлого века и касалось в первую очередь систем безопасности водителя и пассажиров. Оказалось, что миниатюрные акселерометры существенно меньше, дешевле и хорошо реагируют на резкое торможение автомобиля, поэтому их стали использовать в системах управления подушками безопасности и натяжения ремней безопасности. Кроме того, МСТ-датчики применяют для определения параметров человека: роста и массы, что позволяет создавать "умные" подушки безопасности, учитывающие при срабатывании особенности водителя и пассажиров.

Всё более широкое применение такие устройства находят в системах управления автомобилем (датчики потока воздуха, давления в шинах, элементы систем безопасности движения, таких как антиблокировочная, антипробуксовочная, система распределения тормозных сил) и в охранных устройствах.

Как сказано выше, МСТ-элементы имеют много общего с интегральными микросхемами и выпускаются в аналогичных корпусах. На **рис. 5** показан акселерометр, уже не один год серийно выпускаемый фирмой Analog Devices [7].

В МСТ-элементах широко используется пьезорезистивный эффект, который применяют для построения различных датчиков, например давления. Ультракомпактный МСТ-датчик LPS001WP в корпусе HCLGA-8L размерами 5×3×1 мм **(рис. 6)** компании STMicroelectronics способен измерять давление в интервале 300...1100 мбар с разрешением 0,065 мбар, что эквивалентно измерению высоты местонахождения с точностью около 80 см [8]. Он обладает высокой устойчивостью к ударам и имеет выходы с интерфейсами SPI и I^{2}C.

Ещё одно специфическое применение МСТ-датчиков — системы, направленные против угона автомобилей, краж бытовой и компьютерной техники. Примером может служить использование МСТ-гироскопов для определения наклона автомобиля, что позволяет охранной системе среагировать на попытку его кражи с помощью эвакуатора. Благодаря малым размерам такие датчики могут не только фиксировать перемещение даже небольшого предмета, но и по параметрам движения принимать решение, является ли это нормальной ситуацией или предмет пытаются похитить.

Применение МСТ-датчиков в системах навигации позволяет повысить их эффективность и универсальность. Типовая навигационная система строится на основе приёмника спутниковых сигналов системы ГЛОНАСС или GPS. В случаях, когда приём радиосигнала со спутников затруднён или невозможен (мосты, тоннели, другие сооружения), возникает потребность в отслеживании движения в таких условиях. Для решения этой задачи применяют МСТ-датчики: акселерометры, гироскопы и магнитометры. Совместное их использование позволяет в течение определённого времени осуществлять навигацию автономно, при этом "обнуление" ошибок происходит, когда приём сигналов со спутников возобновляется. В носимых системах навигации такой способ позволяет существенно снизить энергопотребление за счёт более редких обращений к системам глобального позиционирования [9].

Микросхему LISY300AL экономичного одноосевого гироскопа уже несколько лет серийно производит фирма STMicroelectronics. Она содержит ёмкостный чувствительный элемент, осуществляет измерение угловой скорости и формирует выходной аналоговый сигнал [10]. Новая цифровая микросхема LSM303DLHC этой фирмы содержит в одном корпусе трёхосевой акселерометр и трёхосевой магнитный датчик [11]. По сути, она является самым настоящим многофункциональным электронным компасом с низким энергопотреблением и предназначена для интеллектуальных навигаторов и автономных устройств распознавания движения и положения в пространстве. В акселерометре применены ёмкостные датчики ускорения, а цифровой магнитный датчик создан на основе магниторезистивной технологии (Anisotropic Magneto-Resistive — AMR) компании Honeywell. Напряжение питания датчика — 2,16...3,6 В, температурный интервал — –40...+85 °С, корпус — LGA-14 (5×3×1 мм).

Некоторые портативные электронные устройства содержат накопители информации на жёстких дисках. При случайном падении устройства незапаркованная головка может повредить поверхность диска. Применение аксе-

лерометра исключает такую неприятность. Датчик регистрирует состояние свободного падения по отсутствию силы тяжести и выдаёт сигнал на парковку головок до момента удара устройства. Акселерометры можно успешно применить в аудиосистемах для измерения параметров вибрации с целью компенсации искажений, вызванных конструкцией активных сабвуферов. Трёхосевой акселерометр — микросхема MMA7660FCT компании Freescale Semiconductor измеряет ускорение по трём осям, имеет цифровой выход с интерфейсом I^{2}C и малое энергопотребление (47 мкА в рабочем режиме, 2 мкА в режиме ожидания) при напряжении питания 2,4...3,6 В. Акселерометр размещён в корпусе DFN (3×3×0,9 мм) [12].

Ещё одна область применения гироскопов и акселерометров, где особенно важны малые габариты и масса, — стабилизация изображения при фото- и видеосъёмке портативными устройствами "с рук". Да и сами фотокамеры в мобильных устройствах и охранных системах всё чаще представляют собой устройства МСТ. Примером может служить цифровая камера (**рис. 7**) [13].

Однокристальный инфракрасный цифровой МСТ-датчик температуры TMP006 серийно выпускает фирма Texas Insruments [14]. Он имеет размеры 1,6×1,6×0,625 мм и предназначен для применения в портативной аппаратуре для дистанционного измерения температуры. В его состав входят чувствительный ИК элемент, АЦП, встроенный датчик температуры, цифровой интерфейс и другие вспомогательные узлы. Интервал измеряемой температуры — −40...+125 °С, максимальная погрешность в этом интервале — ±1,5 °С (типовое значение — ±0,5 °С), напряжение питания — 2,2....5,5 В, потребляемый ток (типовое значение) — 240 мкА.

В портативном газовом течеискателе [15] применён МСТ-датчик, принцип работы которого основан на различной теплопроводности газов. Он предназначен для поиска утечек в газопроводах и хранилищах газа. В качестве первичного преобразователя применён микронагреватель, а измеряемым параметром служит мощность, необходимая для поддержания постоянной его температуры. Обработку сигнала датчика — линеаризацию и термокомпенсацию — осуществляет микроконтроллер.

Автономный датчик без батареи питания (**рис. 8**) разработали специалисты бельгийского института IMEC [16]. В нём применён преобразователь энергии механических вибраций в электрическую, которая затем используется для питания электронных компонентов. Такой подход позволил создать беспроводной датчик давления, рассчитанный на установку внутри автомобильной шины и не нуждающийся в батарейном питании. Максимальная выходная мощность преобразователя приближается к 500 мкВт при колебаниях на резонансной частоте, примерно равной 1 кГц. Когда автомобиль движется со скоростью 70 км/ч, мощность приблизительно равна 40 мкВт и её достаточно для питания датчика и беспроводного интерфейса. По мнению разработчиков, такие источники энергии могут быть востребованы там, где применение сменных источников питания непрактично или даже невозможно.

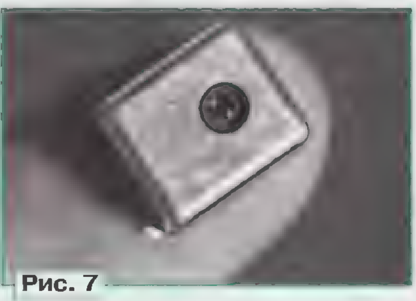


Рис. 7

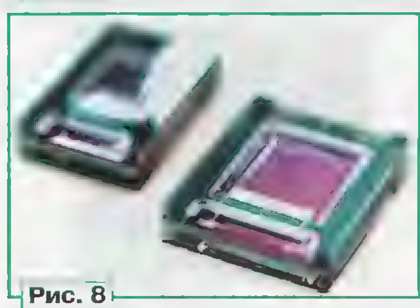


Рис. 8

В кратком обзоре, конечно, невозможно охватить всё многообразие МСТ-датчиков. Они постоянно совершенствуются, а их номенклатура неуклонно растёт. Об актуаторах, которые выполняют функции, обратные датчикам, будет рассказано в следующей статье.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приоритетные направления развития науки и техники. Критические технологии федерального уровня. — **<http://www.bestpravo.ru/rossijskoje/er-dokumenty/c5g.htm>**.

2. Перечень критических технологий Российской Федерации. — **<http://archive.kremlin.ru/text/docs/2002/03/30295.shtml>**.

3. **Белов Л.** МЭМС-компоненты и узлы радиочастотной аппаратуры. — Электроника: Наука, Технология, Бизнес, 2008, № 2, с. 20—29.

4. **Дрожжин А.** MEMS: микроэлектромеханические системы, часть 1. — **<http://www.3dnews.ru/editorial/MEMS-microelectromechanical-systems-Part-1>**.

5. Достижения фирмы STMicroelectronics в области МЭМС-датчиков. — **<http://www.tcen.ru/cgi-bin/lenta/view.pl?type=3#news1550>**.

6. Bosch выпустил два миллиарда MEMS-датчиков. — **<http://www.armtek.ru/3804.html>**.

7. Low Cost ±2 g/±10 g Dual Axis iMEMS® Accelerometers with Digital Output. — **<http://doc.chipfind.ru/ad/adxl202.htm>**.

8. LPS001WP. MEMS pressure sensor 300-1100 mbar absolute digital output barometer. — **<http://www.compel.ru/datapdf/st/pn/lps001wp/bb47cea108504af455018955e0f36561.pdf>**.

9. Применение микро-электро-механических систем. — **<http://elinform.ru/articles_7.htm>**.

10. LISY300AL. MEMS inertial sensor: single-axis ±300°/s analog output yaw rate gyroscope. — **<http://www.terraelectronica.ru/pdf/ST/LISY300AL.pdf>**.

11. LSM303DLHC — цифровой MEMS-компас и акселерометр в едином корпусе. — **<http://www.terraelectronica.ru/news_postup.php?ID=2271>**.

12. Цифровые 3-осевые акселерометры MMA7660FCT. — **<http://www.terraelectronica.ru/news_postup.php?ID=1955>**.

13. MEMS Digital Camera. — **<http://www.ericfossum.com/Publications/Papers/MEMS_Digital_Camera_SPIE_Jan_2007.pdf>**.

14. Первый в мире однокристальный инфракрасный цифровой MEMS-датчик температуры. — **<http://www.ti.com/ww/ru/analog/tmp006/>**.

15. Портативный газовый течеискатель. — **<http://www.tmems.ru/Index3.htm>**.

16. Imec presents a MEMS energy harvester suitable for shock-induced energy harvesting in car tires. — **<http://www2.imec.be/be_en/press/imec-news/Imeciedmitire.html>**.

Устройство проигрывателей DVD PANASONIC

Особенности ремонта и регулировки

Ю. ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ, г. Таганрог

Автор рассказывает о проигрывателях DVD, возможных неисправностях и их устранении.

Механизмы привода дисков и блоки питания — источники наибольшего числа всех неисправностей в проигрывателях DVD. В 2004—2007 гг. фирма PANASONIC выпустила ряд моделей проигрывателей DVD, базирующихся на механизмах приводов DL1.1E, DL2.1T, DL4.1, обеспечивающих воспроизведение дисков DVD-RAM (без картриджей). К таким моделям, в частности, относят DVD-S25, S27, S29, S35, S47, S49, S52 и др. Модель DVD-S27 (разработка 2004 г., внешний вид аппарата показан на **рис. 1**) с механизмом DL1.1E выпускали для поставки в различные регионы



Рис. 1

Рис. 2

Рис. 3

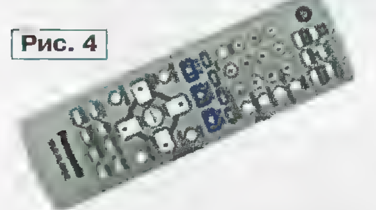


Рис. 4

(зоны) мира: S27PX — 1, S27GCA/GC — 2, S27GCS/GCU/GD — 3, S27PLA/PL/GN — 4, S27EE — 5. В продажу поступали и мультизонные проигрыватели, обеспечивающие воспроизведение DVD во всех шести зонах. Для самостоятельного перевода проигрывателей DVD различных производителей, в том числе фирмы PANASONIC, в мультизонный режим можно воспользоваться информацией ресурса [1], введя наименование модели проигрывателя в окно поиска сайта.

Коротко перечислим основные параметры и возможности проигрывателей DVD-S27:

— Воспроизводимые диски: DVD-RAM, DVD-Video, DVD-R, CD-Audio, Video CD, SVCD, CD-R/RW.

— Форматы сжатия звука: MP3 (скорости цифрового потока 32...320 кбит/с), WMA (48...320 кбит/с).

— Фото: JPEG, версия Exif Ver 2.1, разрешение от 320×240 пкс до 6144×4096 пкс.

— High MAT Level 2 (фото и звук).

— Параметры звукового тракта: отношение сигнал/шум — 115 дБ, динамический диапазон — 100 дБ (DVD) и 98 дБ (CD); КНИ — 0,0025 % (CD audio).

— Параметры оптического блока: длины волн излучения лазерного диода 662 нм (DVD) и 785 нм (CD).

Элементы смонтированы по бессвинцовой технологии. Это следует учитывать при их демонтаже. Температура жала паяльника должна находиться в пределах 370±10 °С. Остатки припоя на контактных площадках нужно полностью удалять (рекомендация производителя). Проигрыватели характеризуются малой потребляемой мощностью 9 Вт в рабочем режиме и 1 Вт в дежурном.

Отличия моделей DVD-S47GCS/GCU/GCA/GC/GD/GN/EE, K47GCS/GCU (разработка 2004 г.): для 5-го района предназначено исполнение S47EE-S (серебристый корпус) и S47-EE-K (чёрный корпус). Внешний вид этих проигрывателей представлен на **рис. 2**. Во всех исполнениях применён механизм привода дисков DL2.1T. Добавлен оптический цифровой выход звука, в моделях K47 установлены шестиканальные декодеры объёмного звука, при этом потребляемая мощность повысилась до 11 Вт.

На основе механизма привода дисков DL4.1 выпускали модели DVD-S49PLA/GCS/GCU/GN/GCA, EE/GC (разработка 2005 г.). Основные отличия от предыдущих моделей: воспроизведение видео MPEG-4, DivX 3.11, 4.x. 5.x, MPEG-2 Layer 3, Windows Media Audio Ver.9.0 L3. Дополнительно воспроизводят диски DVD-R/RW. Основные параметры проигрывателей практически не отличаются от соответствующих параметров моделей S-47. Их внешний вид показан на **рис. 3**.

Механизм DL4.1 использован и в проигрывателях DVD-S52P/PC/EE и других исполнений (разработка 2006 г.). Основные отличия от моделей S-49: режим с преобразованием в форматы высокой чёткости 1080i/720p через интерфейс HDMI. Это позволяет просматривать стандартные диски DVD на телевизорах ТВЧ, при этом реальная горизонтальная чёткость изображения, конечно, не увеличивается, но может ощущаться субъективное улучшение качества картинки. Степень улучшения зависит от типа воспроизводимых дисков, форматов сжатия и качества записанной программы. Дополнительные типы воспроизводимых дисков: DVD-Audio, DVD-R DL, DVD+R/RW, DVD+R DL. Основные параметры проигрывателей практически не отличаются от соответствующих параметров моделей S-49. Внешний вид аппаратов представлен на **рис. 4**.

В состав проигрывателей DVD-S27 входят следующие узлы: главная плата (MOTHER P.C.B.), плата модуля проигрывателя (MODULE P.C.B.), плата управления и индикации (FRONT P.C.B.) и привод дисков DL1.1E. В различных проигрывателях используют различные исполнения главных плат (пять вариантов) и плат модулей проигрывателей (три варианта).

Перечислим основные микросхемы проигрывателей, используемые в европейских моделях EE, GCA, GC:

Главная плата

IC1021 – MR1712-4102 (C0DACZH00007) – импульсный преобразователь напряжения фирмы SHINDENGEN;

IC1151 – PQ09DN1UJ00H (C0DBZHG00017) – линейный стабилизатор напряжения +9 В, 0,5 А фирмы SHARP;

IC6001 – MN101C07AHD – микропроцессор системы управления и индикации собственного производства;

IC3501 – AN13302A – многоканальный драйвер видеосигналов собственного производства;

IC4311 – NJM4565M-T1 – сдвоенный ОУ фирмы NEW JAPAN RADIO, использована в выходных усилителях левого и правого каналов звука.

Плата модуля проигрывателя

IC8251 – BA5838FM-E2 (C0GBG0000048) – драйвер двигателей и актуаторов оптического блока фирмы ROHM;

IC8111 – MM1593DFBEG (C0CBCBD00018) – формирователь сигнала сброса фирмы MITSUMI;

IC8421 – AK4384VT-E2 (C0FBBK000038) – двухканальный ЦАП звукового тракта

фирмы АКМ (ASAHI KASEI MICROSYSTEMS);

IC8651 – RFKFSS810160 – микросхема флэш-памяти объёмом 16 МБ;

IC8611 – BR24L16F-WE2 (C3EBGC000044) или M24C16-WMN6T (C3EBGZ000001) — ЭСППЗУ;

авторизованные сервисные центры PANASONIC. Перейдём к рассмотрению особенностей устройства и ремонта источников питания проигрывателей.

Назначение выводов микросхемы:

1 (Z/C) — вход включения дежурного режима (в нашем случае функция не задействована);

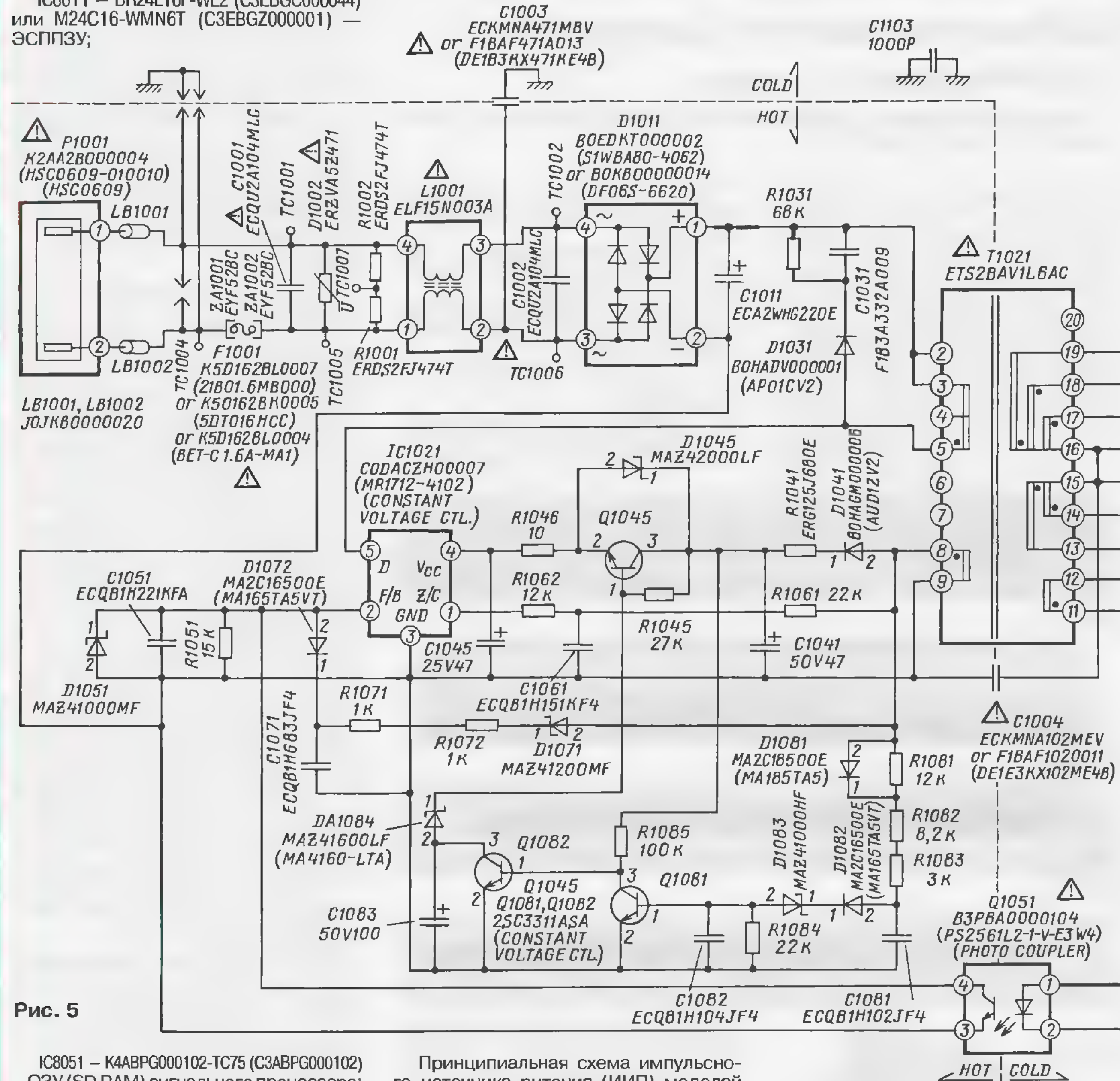


Рис. 5

IC8051 – K4ABPG000102-TC75 (C3ABPG000102) – ОЗУ (SD RAM) сигнального процессора;

IC8001 – MN2DS0005VP – мультимедийный цифровой сигнальный процессор собственного производства (в его состав входят также системы управления и авторегулирования привода дисков и декодеры MPEG).

В скобках после ряда БИС указаны номера деталей (Part No.) по внутренней классификации фирмы. В последние годы в сервисной документации PANASONIC обозначения с собственными Part No. применены практически для всей бытовой видеоаппаратуры, в том числе и для микросхем сторонних производителей. В ряде случаев это значительно затрудняет подбор аналогов для вышедших из строя микросхем. Оригинальные элементы можно заказать только через

Принципиальная схема импульсного источника питания (ИИП) моделей DVD-S27 европейских исполнений изображена на **рис. 5** (ряд элементов показан так, как принято в журнале). Полная неработоспособность первичных цепей ИИП с большой степенью вероятности может быть вызвана отказом микросхемы IC1021 (C0DACZH00007). Это — микросхема MR1712-4102, входящая в состав семейства MR1000 Series фирмы SHINDENGEN, предназначенного для импульсных квазирезонансных блоков питания. Основные параметры микросхемы: $U_{си\ max}$ = 700 В, $P_{вых}$ = 25 Вт при $U_{сети}$ 180...264 В, КПД равно 85 % при $P_{вых}$ более 6 Вт и 70 % при $P_{вых}$ более 0,5 Вт (при снижении $P_{вых}$ КПД уменьшается).

2 (F/B) — вход сигнала обратной связи (поступает с оптрона Q1051);

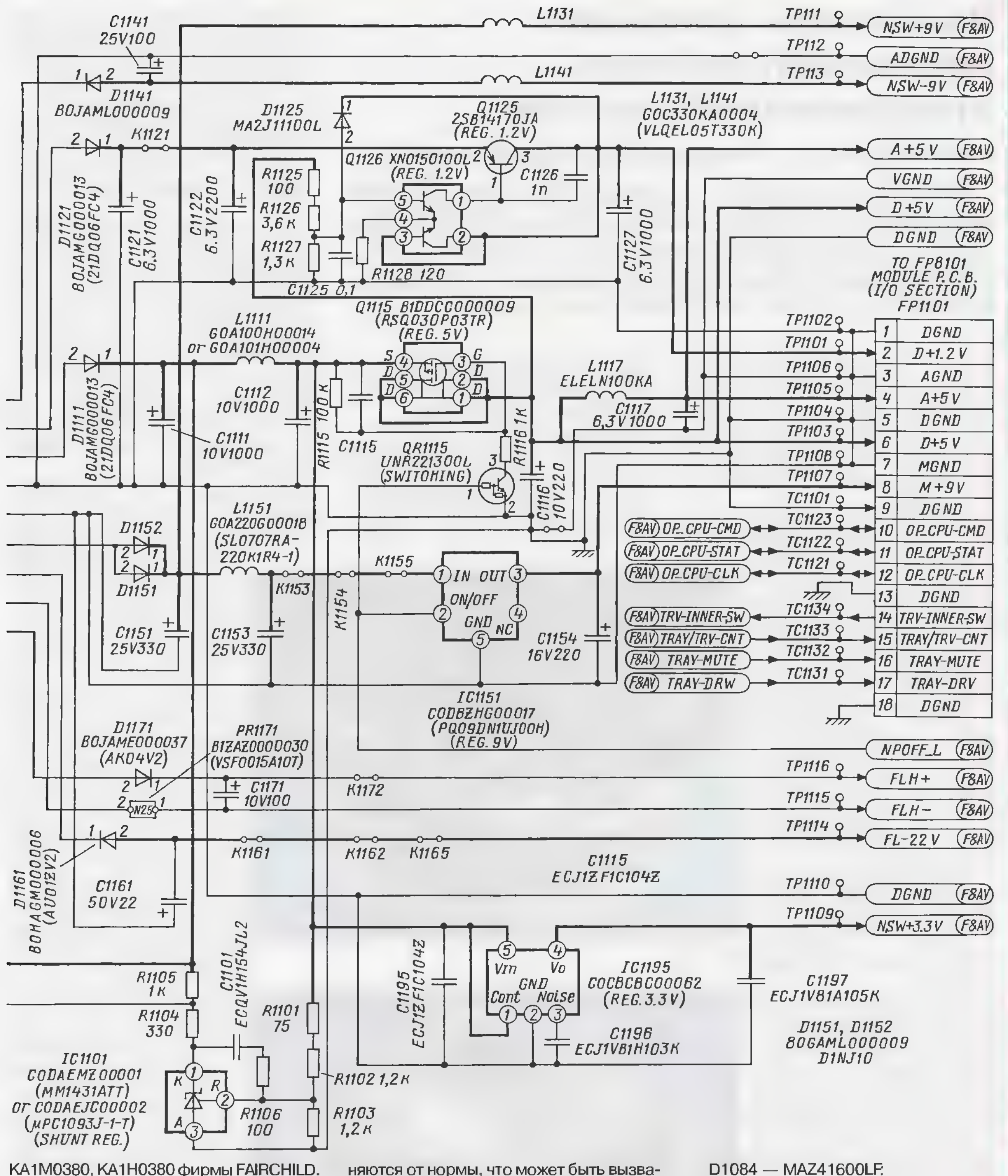
3 (GND) — корпус (вывод истока выходного полевого транзистора);

4 (V_{cc}) — вывод для подачи питания от обмотки обратной связи импульсного трансформатора T1021;

5 (D) — вывод стока выходного полевого транзистора.

Вариантов замены микросхемы MR1712 довольно много, например, без каких-нибудь изменений подойдут MR1721, MR1722 ($P_{вых}$=50 Вт). Возможно также использование ряда микросхем для ИИП со стандартным ШИ управлением, например, KA1L0380,

Приём статей: mail@radio.ru тел. 608-83-05
Вопросы: consult@radio.ru



KA1M0380, KA1H0380 фирмы FAIRCHILD. С особенностями замены можно познакомиться в [2].

Сигнал на оптрон Q1051 ИИП снимается с выхода выпрямителя D1111, C1111. Напряжение +5,2 В на его выходе поддерживается с высокой точностью. Напряжения на выходах других выпрямителей зависят от значения отбираемой от них мощности. Иногда выходные напряжения ИИП (не только в устройствах PANASONIC) существенно отклоняются от нормы, что может быть вызвано изменением параметров стабилитронов. Дадим справочные сведения использованных в ИИП стабилитронов:

D1071 — MAZ41200MF.
$U_{стаб}$=11,73...12,33 В;
D1083 — MAZ41000HF.
$U_{стаб}$=10,07...10,59 В;
D1045 — MAZ42000LF.
$U_{стаб}$=18,85...19,81 В;
D1051 — MAZ41000MF.
$U_{стаб}$=9,75...10,15 В;
D1084 — MAZ41600LF.
$U_{стаб}$=15,3...16,09 В.

ЛИТЕРАТУРА

1. ViDEOHelp.com — Forum, Guides, Tools. — **<http://www.videohelp.com/>**.

2. Микросхемы блоков питания. — **<http://monitor.net.ru/forum/schematics-pdf-info-52357.html>**.

(Окончание следует)

Приём статей: mail@radio.ru тел. 608-83-05
Вопросы: consult@radio.ru

Разборное крепление подвижной системы динамических головок

В. КОСАРЕВ, пос. Александровский Новосибирской обл.

Ремонт динамических головок при отсутствии практики чреват порчей подвижной системы во время сборки и центровки звуковой катушки. Автор предлагает немного усложнить конструкцию головки, но зато получить возможность последующей многократной центровки звуковой катушки, что может быть полезно после перемотки звуковой катушки при минимальном зазоре в магнитной системе или иной доработки конструкции.

Традиционный клеевой способ крепления подвижной системы (ПС) является наиболее технологичным при производстве динамических головок (ДГ) — он обеспечивает достаточную прочность и низкую себестоимость. Используя такую технологию, производители ДГ не думают о ремонтопригодности головок.

Итак, если при производстве такой способ хорош во всех отношениях, то при ремонте демонтаж подвижной системы с клеевым креплением — одна из наиболее трудоёмких и неприятных операций. Это связано с прочным клеевым креплением центрирующей шайбы (ЦШ) и подвеса к раме держателя. Для разрушения клеевого соединения применяются различные растворители. Здесь встречаются определённые трудности. Во-первых, не всегда известно, какой клей использовался при производстве или во время предыдущего ремонта головки, поэтому часто требуется подбор растворителя опытным путём.

Сложность заключается ещё и в том, что растворители, прежде чем растворят клеевую плёнку, достаточно быстро испаряются с поверхности таких материалов, как ткань и целлюлоза.

При увеличении количества растворителя деталь из гигроскопичного материала пропитывается по направлению к гофру диффузора или центрирующей шайбы, а это не безопасно, так как в некоторых случаях растворители вызывают химическое повреждение материала, которое влечёт за собой изменение его свойств. В дальнейшем это может привести к повышению или понижению жёсткости гофра, что, в свою очередь, повлечёт изменение параметров головки или механическое повреждение этих деталей.

К тому же мы не можем исключить вероятность повторного выхода головки из строя, повторного демонтажа ЦШ с использованием растворителей. Во время сборки и центровки с клеевой фиксацией ЦШ мысль о повторной разборке головки всегда тревожит.

Неточная центровка подвижной системы, а также некоторые отклонения и незамеченные дефекты деталей могут выявиться на повышенной мощности сигнала в процессе эксплуатации или сразу во время испытания после окончательной просушки клеевого крепления. Большое осевое смещение ЦШ, расширение катушки вследствие нагрева могут стать причиной призвуков, свидетельствующих о задевании катушки за детали магнитной системы.

Нередко в любительской практике, особенно среди начинающих, после двух-трёх неудачных попыток сборки с клеевым креплением, детали подвижной системы оказываются испачканными клеем, помятыми и даже порванными.

Любительский ремонт головок предполагает вероятность ошибок, связанных с некоторыми отклонениями и неточной центровкой ЦШ, прежде всего, из-за отсутствия достаточного опыта и специализированного оборудования, поэтому винтовой способ крепления особенно предпочтителен для начинающих. При последующей разборке растворитель потребуется лишь для снятия колпачка, поэтому сокращается не только время демонтажа ЦШ, но и значительно уменьшается количество вредных испарений, что важно в любительской практике.

Наконец, использовать клеевое крепление ЦШ весьма затруднительно при выполнении сложных доработок ДГ, которые связаны с субъективной оценкой звучания, требующей неоднократного снятия ЦШ. Повторная и абсолютно безопасная для деталей подвижной системы центровка возможна лишь при использовании альтернативы клеевому креплению.

Фото 1

Многие раритетные отечественные и импортные ДГ имели винтовое или комбинированное крепление ПС. На **фото 1** показано винтовое крепление ЦШ головки ЛОМО 4А-28 выпуска1975 г. Здесь она приклеена не к раме держателя, а к стальной шайбе, которая с помощью винтов прижимается к корзине головки. Диаметр отверстий в шайбе обычно больше диаметра винтов на 30...40 %, а под гайки винтов подложены широкие шайбы, что позволяет регулировать положение ЦШ. Положительный опыт ремонта устаревших ДГ с винтовым креплением ЦШ не мог не натолкнуть на идею применить подобный способ крепления ЦШ и на современных ДГ.

Тем более, конструктивно многие относительно современные отечественные и импортные ДГ пригодны для реализации винтового способа крепления ПС. Рассмотрим его применение на примере НЧ головки 35ГДН-1-8 (годятся и 25ГД-26Б, 10ГД-30Е). Рамы этих головок с широкой и плоской поверхностью посадки участка клеевого крепления шайбы подходят для винтового крепления ЦШ (**фото 2**).



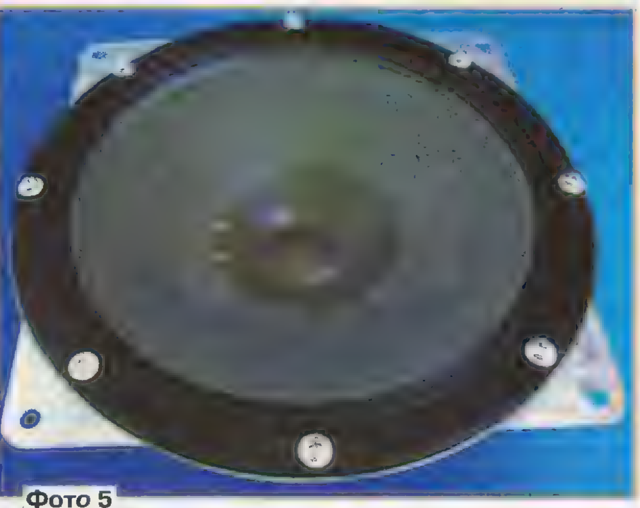
Фото 2



Фото 3




Фото 4


Фото 5

Для изготовления прижимных шайб можно использовать различные листовые материалы — гетинакс, текстолит, оргстекло, пластик от корпусов РЭА.

Внешний диаметр прижимной и центрирующей шайб обычно одинаковый; ширина же прижимной шайбы примерно равна ширине участка клеевого крепления. В некоторых случаях для усиления жёсткости детали возможно увеличение её ширины за счёт уменьшения внутреннего диаметра при условии, что внутренний край прижимной шайбы не будет соприкасаться с краем гофра центрирующей и нарушать её работу даже на максимальных амплитудах колебания ПС. Увеличение ширины шайбы также возможно за счёт увеличения её внешнего диаметра при условии сохранения возможности смещения не менее 1...1,5 мм в любую сторону.

Прижимную шайбу приклеивают к центрирующей со стороны диффузора, для этого нет необходимости разбирать ПС (**фото 3**,а, б).

Затем производят разметку в корзине ДГ под сверление отверстий для винтов.

Приступаем к сверлению отверстий в раме ДГ под винты только после защиты магнитного зазора от засорения опилками, заклеив его скотчем или накрыв кусочком пластилина. Особое внимание стоит уделить этому при сверлении корзины из стали.

Далее производят предварительную сборку и центровку традиционным способом: в зазор между каркасом катушки и керном вставляют центрирующую плёнку или плотную бумагу подходящей толщины. Затем высверливают отверстия в прижимной шайбе через ранее высверленные отверстия в раме. После высверливания первого и второго (противоположного) отверстий следует закрепить шайбу винтами, чтобы исключить вероятность смещения шайбы за счёт деформации при сверлении последующих отверстий. Затем снимаем подвижную систему и рассверливаем отверстия в прижимной шайбе сверлом на 40...60 % больше начальных отверстий. Теперь можно приступать к окончательной сборке и центровке головки. На участок клеевого крепления подвеса наносим клей, закрепляем шайбу винтами с гайками, под которые следует подложить широкие шайбы (**фото 4**). После этого головку устанавливают на плоской ровной поверхности магнитной системой вверх до полного высыхания клея.

Устанавливать винтовое крепление резинового подвеса диффузора на головке технически нецелесообразно, так как прочность подвеса превышает прочность клеевого крепления. Подвес имеет утолщение в месте клеевого крепления к корзине, поэтому демонтаж детали практически безопасен и не составляет особого труда.

Прижимная шайба изготовлена из пластика толщиной 4 мм от корпуса старой АС, внешний и внутренний диаметры шайбы равны 146 и 122 мм соответственно. Прижимная шайба крепится четырьмя винтами; их диаметр — 3 мм, длина — 10 мм, диаметр шайб крепежа — 9 мм. Диаметр отверстий в раме — 3 мм, в прижимной шайбе — 4,5 мм.

Винтовое крепление подвеса целесообразно выполнять на головках с целлюлозно-тканевым и пенополиуретановым подвесами. На **фото 5** показана головка 4ГД-35 с полным винтовым креплением ПС. Здесь обе прижимные шайбы закреплены четырьмя (ЦШ) и восемью винтами (подвес). Шайбы изготовлены из пластика от старых корпусов РЭА толщиной 3,3 мм. Внешний диаметр прижимной шайбы диффузора — 195 мм, внутренний — 175 мм. Внешний и внутренний диаметры прижимной центрирующей шайбы равны 101 и 83 мм соответственно. Крепёжные винты диаметром 3 мм имеют длину 10 мм, внешний диаметр шайб — 9 мм.

РАДИО®
ЗВУКОТЕХНИКА

Модернизация активной акустической системы для компьютера

А. АЛЕЙНОВ, г. Харьков, Украина

В статье автор предлагает модернизацию компьютерной акустической системы с заменой штатных УМЗЧ на самодельные усилители с частотно-зависимым выходным сопротивлением. Кроме того, для эффективного воспроизведения низших частот автор рекомендует дополнить систему сабвуфером с более мощным УМЗЧ.

Бурная компьютеризация привела к тому, что многие пользователи слушают теперь свою любимую музыку через компьютерную АС с активными громкоговорителями, где встроены УМЗЧ на микросхемах TDA2030 и аналогичных им. Главные достоинства таких АС — они дёшевы, магнитные системы используемых в них электродинамических головок экранированы и не влияют на кинескоп видеомонитора (правда, такой теперь встретить можно редко). На этом их достоинства, собственно, и заканчиваются, а с недостатками радиолюбителю можно и побороться. Собственно, совершенствованию активных громкоговорителей и посвящена статья.

Головки в недорогих акустических системах (SVEN, BBK, Defender и др.) относительно неплохие, что позволяет сохранить их в мультимедийном комплексе при доработке до уровня "аудиомониторов ближнего поля". Дополненные тыловыми громкоговорителями и сабвуфером, они могут составить конкуренцию многим "фирменным" комплектам. Речь идёт не о пластмассовых "колонках" (хотя и для них, в принципе, возможно значительное улучшение), а о деревянных (точнее, из ДВП), оклеенных плёнкой "под дерево", которые производят фирмы F&D, SVEN, BBK и др. Этот материал обладает достаточным для подключения призвуков декрементом затухания, поэтому его применение для малогабаритных корпусов вполне уместно.

О доработке усилителей

Упрощённая схема УМЗЧ активного громкоговорителя (того из них, где размещён усилитель с блоком питания) показана на **рис. 1** (нумерация элементов условная). При его переделке можно использовать многие детали и печатную плату. Однако сначала следует оценить пригодность микросхем для высококачественного звуковоспроизведения.

Итак, каким же усилителем лучше "раскачивать" электродинамическую головку (ЭДГ)? Несмотря на то что полоса усиления УМЗЧ во много раз шире спектра усиливаемых сигналов, достижение стабильной стереопанорамы до сих пор проблематично при звуковоспроизведении недорогими АС. По мнению автора, это является следствием различных искажений, вызываемых нелинейностями импеданса и реактивного отклика ЭДГ [1, 2]. При этом происходит разрушение пространственной информации, заложенной в атаке музыкального сигнала. Усилителю мощности с общей ООС, контролирующей напряжение на комплексной нагрузке, свойственна тепловая модуляция эмиттерных переходов мощных транзисторов экстратоками выходного каскада.

Рис. 1

Импульсы реактивного тока и напряжения в реальной системе УМЗЧ—ЭДГ могут вносить свою долю в разрушение пространственной информации. Без принципиальных изменений нормализовать работу такого усилителя совместно с ЭДГ невозможно. Понимая механизм образования искажений в распространённых усилителях мощности, можно принять меры для снижения этих искажений. Один из способов, интуитивно найденных аудиофилами, — это повышение линейности всех каскадов, особенно выходного, и снижение глубины общей ООС или полный отказ от неё. При таком подходе используют усиление только в режиме класса А несмотря на низкий КПД. Это позволяет перераспределить спектральный состав суммарных искажений в сторону гармоник низкого порядка (как известно, заметность искажений возрастает пропорционально квадрату номера гармоники).

В этой связи следует упомянуть знаменитый усилитель Quad-405, известный ещё с 70-х годов. Этот УМЗЧ с двухтактным выходным каскадом в режиме класса С (с нулевым током покоя) и сейчас может дать фору многим Hi-Fi усилителям. Одной из причин удивительно успешной и долгой его жизни, на мой взгляд, является наличие в цепи ООС двух контуров [3]. При детальном рассмотрении мостовая схема компенсации искажений, кроме заявленной функции исключения искажений переключения, перераспределяет гармоники каскадов. Так, передача сигнала ООС от выходного каскада происходит через резистор, а от предоконечного каскада — через конденсатор, исключая передачу отклика от нагрузки.

Однако не стоит устанавливать аналогичные цепи в других усилителях. Доработка УМЗЧ промышленного изготовления изменением выверенных элементов частотной коррекции в цепях ООС — не всегда верный вариант. Напротив, может быть эффективным введение многозвенного RLC-фильтра, препятствующего прохождению отклика ЭДГ как помехи, с размещением, возможно, и внутри громкоговорителя. Важно, чтобы все звенья фильтра имели низкую добротность, не вызывая резонансного увеличения каких-либо гармоник. В самом усилителе при этом остаются привычная цепь Буше (ЦБ) и шунтированная низкоомным резистором катушка индуктивности. Причём такую цепь желательно установить как на выходе усилителя, так и после LR-цепи. С числом звеньев и номиналами элементов можно поэкспериментировать в громкоговорителе, взяв за основу фильтр на выходе УМЗЧ из [4] с двумя параллельными и двумя последовательными звеньями. Суммарная индуктивность всех катушек при отключённых ЦБ должна ограничивать полосу воспроизводимых частот (по звуковому давлению) примерно до 45 кГц, а при подключении всех ЦБ — до 20...25 кГц. В сабвуфере индуктивность катушек может быть значительно увеличена. Ёмкость конденсаторов в ЦБ не должна ухудшать устойчивости конкретного усилителя. Сопротивление резисторов в ЦБ — в интервале 25...45 % от сопротивления головки; номинал резисторов, шунтирующих катушку фильтра, —

Приём статей: mail@radio.ru тел. 608-83-05
Вопросы: consult@radio.ru

80...120 % от активного сопротивления головок. Эффективнее работает фильтр с разными номиналами в звеньях. При выборе коэффициентов для расчёта фильтров следует учитывать направление прохождения помехи (отклика) от ЭДГ к УМЗЧ, т. е. примыкающее к головке звено — входное, а к УМЗЧ — выходное. Описанным способом удаётся заметно улучшить воспроизведение стереопанорамы, не снижая глубины ООС в транзисторных УМЗЧ и применяя обычный провод вместо дорогого кабеля к АС.

Изменения звучания для одного громкоговорителя ощущаются слабо, но в стереофонической АС после введения подобных фильтров звук обретает большую пространственную глубину и перспективу. Особенно заметна разница, если ввести переключатель, подключающий громкоговорители в обход фильтра, и по ходу прослушивания производить переключение.

Джон Линсли Худ (John Linsley Hood) в одном из журналов "Electronics World" (№3/2003) рекомендовал переделать старые усилители, модифицировав цепи коррекции в петле ООС. На мой взгляд, суть переделки заключается, кроме прочего, в подавлении отклика ЭДГ (хотя там этот эффект не рассматривается) подобно описанным выше цепям ООС в усилителе Quad 405, где связь цепей ООС с выходом — резистивная, а с предыдущим каскадом — ёмкостная. Это позволяет поддерживать нулевое смещение напряжения на выходе, исключая ВЧ составляющие отклика с выхода и замыкая цепь ООС от каскада, не имеющего прямой связи с ЭДГ. Как отмечено автором, при практически неизменных технических характеристиках модифицированного 15-ваттного УМЗЧ класса А (полосе, шумах, уровне гармоник синусоидального сигнала) звучание стало заметно лучше. Иной усилитель с ООС может иметь нелинейные искажения такого же уровня, как и у ламповых УМЗЧ, но звучание с ним окажется предпочтительным, если отклик ЭДГ не проникает в цепь общей ООС. Даже при наличии "ступеньки" на передаточной характеристике выходного каскада локализация источника звука в стереопанораме сохраняется!

Для вновь разрабатываемых усилителей, очевидно, надо сразу ориентироваться на применение выходного каскада с высоким выходным сопротивлением. Правильная передача фронтов и отсутствие источника некоррелированных помех в цепи ООС обеспечивают лёгкость и прозрачность звучания с чёткой детализацией и натуральной стереопанорамой. Отсутствие экстратоков благоприятно сказывается на уровне нелинейных искажений, надёжности и экономичности, снижаются требования к монтажу и блоку питания. Не требуется высокого быстродействия, так как усилителю не приходится компенсировать гармоники высокого порядка. Нужно только не забывать про одно условие: выходное сопротивление усилителя должно быть высоким ещё до введения общей ООС, только в этом случае ЭДС отклика не создаст ток отклика и не попадёт в цепь ООС. Ошибки усилителя будут учтены и исправлены, а нелинейный отклик динамической головки исключён из петли ООС.

Проблемы, возникающие при разработке такого усилителя, во многом отличаются от тех, что возникают при постройке "классических" УМЗЧ, и поэтому уместно рассмотреть их подробно на конкретных примерах. В данном случае это будет переделка усилителей двухполосной активной компьютерной АС из группы SPS 500-й и 600-й серий фирмы SVEN (подобные АС выпускают и другие фирмы) и, как пример, иного использования — сопряжение мощного усилителя с сабвуфером.

Усилитель для громкоговорителей стереоканалов

Схема УМЗЧ с высоким выходным сопротивлением (УМ—ИТ) показана на **рис. 2**. Это двухкаскадный неинвертирующий усилитель, во многом похожий на известный УМЗЧ Е. Гумели [5], но с иным построением цепи обратной связи, формирующей *частотно-зааисимое выходное сопротивление* [6]. Сигнал общей ООС по току снимается с резистора R14 (в нумерации деталей на схеме имеются пропуски, обусловленные унификацией печатной платы более сложного УМЗЧ для сабвуфера, представленного во второй части статьи). Для постоянного тока и инфранизких частот в усилителе преобладает ООС по напряжению через резисторы R7, R12, что необходимо для поддержания нулевого напряжения на выходе и демпфирования основного резонанса ЭДГ. На более высоких частотах действует ООС по току по цепи R7, R14, C7. Соотношение параметров указанных элементов выбрано так, что на частоте основного резонанса громкоговорителя выходное сопротивление усилителя составляет несколько ом, т. е. близко к выходному сопротивлению лампового УМЗЧ. Выходной каскад работает в режиме отсечки, с нулевым током покоя. Ток покоя предвыходного каскада невелик — около 3,5 мА.

Для слабых сигналов нагрузку обеспечивают током транзисторы VT3, VT4, и только при превышении тока в нагрузке более 50 мА открываются транзисторы VT5, VT6. Поскольку при отсечке тока в транзисторах выходного каскада цепь ООС не разрывается, искажения малы. Этот усилитель устойчиво работает с глубокой ООС, что при отсутствии нелинейности в цепи ООС избавляет от переключательных искажений и не привносит "транзисторность" в усиливаемый сигнал. Таким образом, решена и проблема термостабилизации.

Выходные транзисторы, включённые по схеме с ОЭ, имеют относительно высокое выходное сопротивление, поэтому противо-ЭДС головки не обращается в противоток и не выделяется на резисторе R14. Противо-ЭДС также не может попасть на вход ОУ через резистор R12, так как эта высокоомная (150 кОм) цепь шунтируется конденсатором C7 на низкоомный (0,33 Ом) резистор R14. Цепь R13C8 осуществляет частотную коррекцию УМЗЧ. Кроме того, эта цепь ограничивает скорость нарастания выходного сигнала при выдёргивании штекера пассивной колонки из усилителя (т. е. при обрыве основной цепи ООС) до безопасного значения. Обратите внимание, что эта цепь, так похожая на цепь Буше, подсоединена правым концом не к общему проводу, а к резистору R14. Эта мера исключает датчик ООС по току из цепи действия противо-ЭДС.

Входные параметры и выходная мощность АС соответствуют паспортным значениям до переделки. При напряжении питания +/−18 В и нагрузке 4 Ом максимальная (кратковременная) выходная мощность достигает 25 Вт, хотя сетевой трансформатор имеет обычно габаритную мощность не более 20 Вт.

Конструкция и детали

При переделке усилителя использованы многие детали активного громко-

Рис. 2

тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

тел. 608-83-05
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Рис. 3

говорителя, за исключением самих микросхем TDA2030 и их теплоотводов.

На штатной плате усилителя располагают предварительный усилитель (**рис. 3**) на основе ОУ. Все органы регулировки громкости и тембра, а также элементы коммутации сохраняются.

Напряжение питания близко к +/–18 В, что позволяет использовать низковольтную элементную базу. Микросхемы TDA2030 отделяют от теплоотводов и выпаивают, а на их место устанавливают ОУ К140УД6. Применяя другую микросхему, следует иметь в виду, что напряжение питания ОУ не должно превышать +/–18 В при повышении напряжения сети на 10 %. Желательно использовать ОУ в металлическом корпусе, это избавит от необходимости изготавливать переходную панель, так как цоколёвка удаляемой и вновь впаиваемой микросхем не совпадает.

Удаляют также ЦБ (последовательные RC-цепи на выходе микросхемы — R8C9 и R9C10 на рис. 1).

Чтобы получить нужную АЧХ, цепи ООС в предварительном усилителе устанавливают в соответствии со схемой на рис. 3, заменив размещённые на плате оксидные конденсаторы на плёночные и резисторы. Цепь R3C3, корректирующая тембральную окраску звука, подобрана экспериментально, на слух.

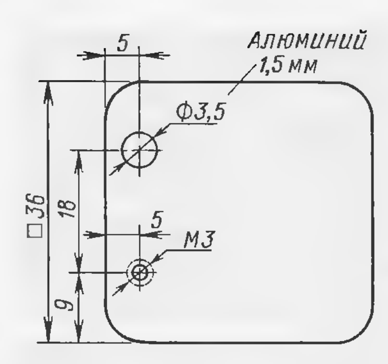
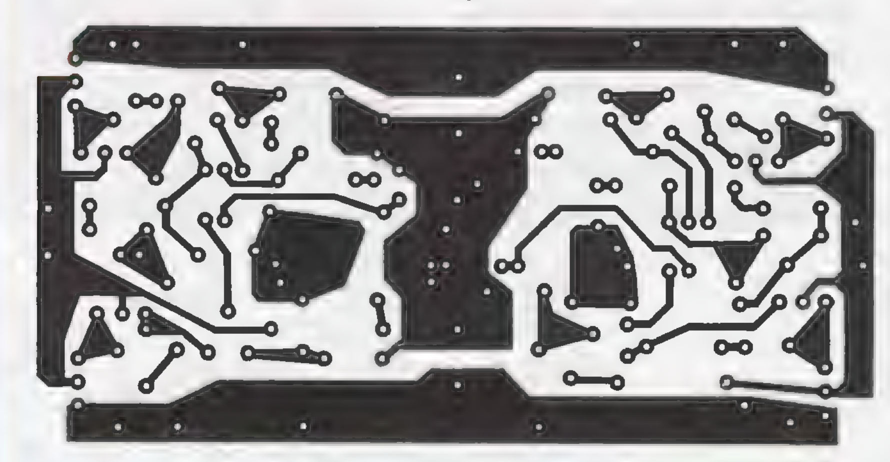


Рис. 5



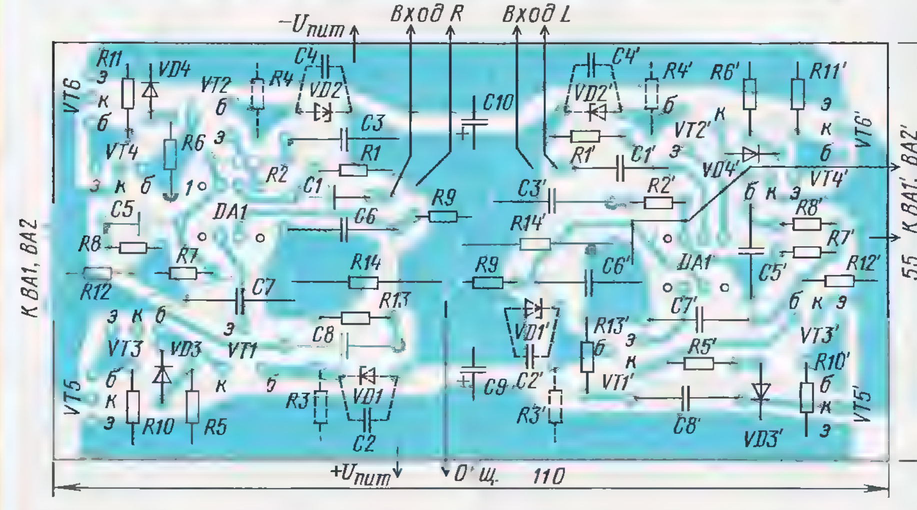


Рис. 4

Для уменьшения импульсных помех по питанию диоды мостового выпрямителя следует шунтировать керамическими конденсаторами ёмкостью 0,1 мкФ. Теплоотводы и несущую часть платы, не занятую печатными проводниками, удаляют, освобождая место для циркуляции воздуха внутри объёма корпуса.

Доработанную плату с регуляторами после проверки устанавливают в корпусе активной АС и закрепляют винтами-саморезами.

Оба канала нового УМЗЧ собраны на печатной плате (её чертёж показан на **рис. 4**) размерами 110×55 мм. Конструкция платы разработана, как уже упоминалось, общей для усилителей стереоканалов и сабвуфера. Для первого варианта схемы (см. рис. 2) элементы R3, R4, C2, C4, VD1, VD2 (на плате показаны штриховой линией) не впаивают, а вместо транзисторов VT1, VT2 впаивают перемычки между контактными площадками для выводов коллектора и эмиттера.

На теплоотводах располагают транзисторы одинаковой структуры, закрепляя их попарно. Эта мера необходима для исключения теплового гистерезиса, из-за которого ток покоя может быть нестабильным. Лёгкие плоские алюминиевые теплоотводы (**рис. 5**) винтами М3 с гайками фиксируют без прокладок на транзисторах.

Плату располагают внутри активного громкоговорителя на дне корпуса, под "штатной" платой, размещённой на пластмассовой пластине с регуляторами громкости и тембра, выключателем сети, входными и выходными разъёмами. Эта пластина закрывает прорезанный в задней стенке люк. Иного места нет, выше помешает закреплённый на задней стенке сетевой трансформатор, а ещё выше — тоннель фазоинвертора. Теплоотводы выходных транзисторов располагают вдоль боковых стенок, где не перекрывается конвекция воздуха. При этом возможна только плоская конструкция теплоотводов.

Налаживание усилителя

Перед налаживанием рекомендуется внимательно прочитать статью о подобном усилителе в [5], чтобы лучше понимать его особенности. Для первого пробного включения транзисторы VT5, VT6 можно пока не впаивать.

Безошибочно собранная плата с проверенными деталями вполне работоспособна, необходимо лишь проверить падение напряжения смещения на резисторах R10, R11 в каждом канале, оно должно быть в интервале 310...360 мВ. Если это напряжение выходит за указанные пределы, следует подобрать резисторы R5, R6. После этого можно впаять выходные транзисторы. Затем нужно включить питание и дать транзисторам прогреться несколько минут. Малое напряжение смещения не достаточно для открывания мощных транзисторов при отсутствии сигнала в рабочем тем-

пературном диапазоне, чем обеспечивается безопасность эксплуатации без специальных мер термостабилизации.

Выход на номинальный режим этого усилителя проходит за несколько минут, при этом немного нагреваются транзисторы VT3, VT4, подогревая и мощные транзисторы. При указанном напряжении смещения искажения практически отсутствуют даже в непрогретом усилителе.

Налаживание предусилителя заключается в подборе элементов RC-цепи (R3C3 на рис. 3) на слух по естественности звучания и, возможно, уточнения коэффициента усиления под конкретную звуковую карту, установленную в компьютере. Усиление корректируют подбором резистора R2.

При повторении УМЗЧ с другим предварительным усилителем необходимо, чтобы его выходное сопротивление не превышало 1 кОм. Это требование обусловлено необходимостью равного сопротивления на частоте сигнала для обоих входов ОУ, так как в нашем случае из-за использования его выводов питания в качестве сигнальных к входным выводам прикладывается небольшое, до 1 В, синфазное напряжение, и рассогласованность в сопротивлении входов может привести к росту нелинейных искажений. В случае применения усилителя в не столь тяжёлых температурных условиях, как в данном случае, когда мощность рассеивается в замкнутом теплоизолированном объёме, связанном с внешней средой через узкий тоннель фазоинвертора, смещение может быть повышено до 400 мВ соответствующим подбором резисторов R5, R6.

Подход к УМЗЧ как к усилителю с частотно-зависимым выходным сопротивлением, естественно, не является панацеей, это только частный случай, когда УМЗЧ нагружен на звуковоспроизводящую головку с электродинамическим принципом преобразования. Построение УМЗЧ в виде усилителя тока позволяет исключить нелинейность реактивного отклика ЭДГ. Многое зависит от взаимодействия УМЗЧ и нагрузки, которая может быть выполнена не только в виде динамических головок. Так, например, для ВЧ головки в виде пьезоизлучателя необходим УМЗЧ с низким собственным (до охвата ООС) выходным сопротивлением.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Алейнов А., Сырицо А.** Улучшение звуковоспроизведения в системе УМЗЧ — громкоговоритель. — Радио, 2000, № 7, с. 16—18.

2. Описание к патенту Российской Федерации RU 2181932 С1 "Способ звукоусиления с токовым управлением электродинамическим громкоговорителем и усилитель мощности для активных акустических систем".

3. **Решетников О.** Снижение искажений в усилителях мощности. — Радио, 1979, № 12, с. 40—42.

4. **Агеев С.** Сверхлинейный УМЗЧ с глубокой ООС. — Радио, 1999, № 11, с.13—16.

5. **Гумеля Е.** Качество и схемотехника УМЗЧ. — Радио, 1985, № 9, с. 31—34.

6. **Соколов А.** От усилителя к громкоговорителю. — Радио, 1997, № 7, с. 20, 21, 49.

(Окончание следует)

Средневолновый радиовещательный синтезатор частоты

С. КОМАРОВ, г. Москва

Синтезатор предназначен для работы в качестве задающего генератора передатчика для индивидуального радиовещания. Он разработан в порядке реализации рекомендаций круглого стола "Индивидуальное (любительское) радиовещание в России", прошедшего 18 ноября 2009 г. при поддержке Федерального Агентства по печати и массовым коммуникациям, полный текст которых можно найти по адресу <http://www.cqf.su/stuff/confrec.html>. Элементная база синтезатора — микросхемы структуры ТТЛ. Форма выходного сигнала и его параметры оптимизированы для удобства и простоты построения следующих ступеней передатчика с амплитудной модуляцией.

Основа предлагаемого синтезатора — петля фазовой автоматической подстройки частоты (ФАПЧ) генератора, управляемого напряжением (ГУН), с последующим делением частоты его сигнала до нужного значения. В петле имеется делитель частоты с переменным коэффициентом деления (ДПКД), изменением которого задают частоту. Сравнение частоты и фазы сигналов ГУН и образцового генератора производится с помощью частотно-фазового детектора. Петля замыкается через фильтр нижних частот и интегратор, благодаря которому полоса захвата ФАПЧ совпадает с диапазоном перестройки ГУН.

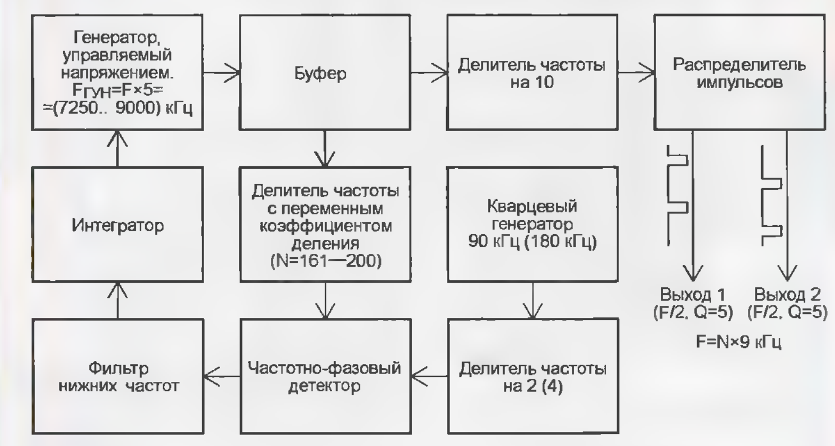


Рис. 1

Структурная схема синтезатора изображена на **рис. 1**. Для устранения влияния наводок с выхода передатчика на ГУН последний работает на частоте, в пять раз большей несущей частоты передатчика. За счёт деления частоты ГУН на 10 и последующего поочерёдного распределения импульсов по двум выходам на них формируются импульсные последовательности половинной частоты со скважностью 5. Такая форма выходных сигналов упрощает построение последующих ступеней передатчика и позволяет сократить их число. Кроме того, это снижает уровень фазовых шумов синтезатора в число раз, равное коэффициенту деления частоты ГУН, что важно для формирования высококачественного сигнала.

Временная и температурная стабильность выходной частоты синтезатора обеспечивается кварцевым генератором на частоту 90 или 180 кГц. Его частота делится на два или на четыре до получения образцовой частоты 45 кГц (в пять раз больше заданного шага перестройки синтезатора 9 кГц), которая и подступает на частотно-фазовый детектор.

Необходимость деления частоты здесь связана с дефицитностью, значительной стоимостью и большими размерами низкочастотных кварцевых резонаторов. Если предусмотреть дополнительный делитель частоты, то в синтезаторе можно использовать любые резонаторы, частота которых кратна 45 кГц.

Основные технические характеристики

Диапазон частот, кГц . . . . . .1449...1800
Шаг перестройки, кГц 9
Число фиксированных частот 40
Точность установки частоты, Гц, не хуже . . . .±5

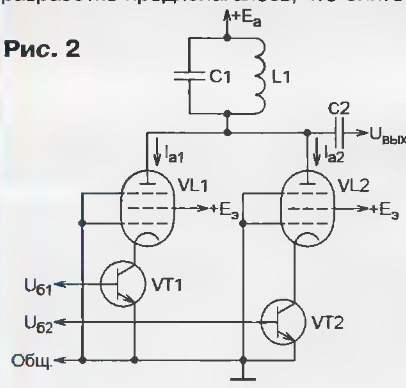
РАДИО® РАДИОПРИЁМ тел. 607-88-18 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru РАДИО № 9, 2012

Температурный уход частоты, °С$^{-1}$ . . . .$1{,}5\cdot10^{-6}$
Напряжение питания, В . . . . .15...20
Потребляемый ток, мА 150
Габаритные размеры, мм . . . 120×104×40

Рабочую фиксированную частоту (условный номер канала) выбирают с помощью двух галетных переключателей.

Как уже было сказано, синтезатор имеет два выхода импульсов скважностью 5, частота следования которых вдвое меньше заданной. Импульсы сдвинуты во времени на половину периода. Поскольку выходы выполнены по схеме "с открытым коллектором", то соединив их параллельно, можно получить импульсы удвоенной (рабочей) частоты со скважностью 2,5. Однако при разработке предполагалось, что синтезатор будет использоваться с ламповым удвоителем частоты, работу которого иллюстрируют схема на **рис. 2** и временные диаграммы на **рис. 3**.

Рис. 2



На базы транзисторов VT1 и VT2 (это выходные транзисторы синтезатора) поступают импульсы, изображённые на двух верхних диаграммах. Они поочерёдно открывают транзисторы, а с ними и электронные лампы VL1 и VL2. На следующих диаграммах показаны импульсы анодного тока каждой лампы и их сумма, имеющая удвоенную по сравнению с входными импульсами частоту. Сопротивление настроенного на первую гармонику суммарного тока колебательного контура, включённого в общую анодную цепь ламп, максимально на этой частоте, а на её высших гармониках значительно меньше. Поэтому на контуре выделяется напряжение $U_{вых}$ нужной частоты и практически синусоидальной формы.

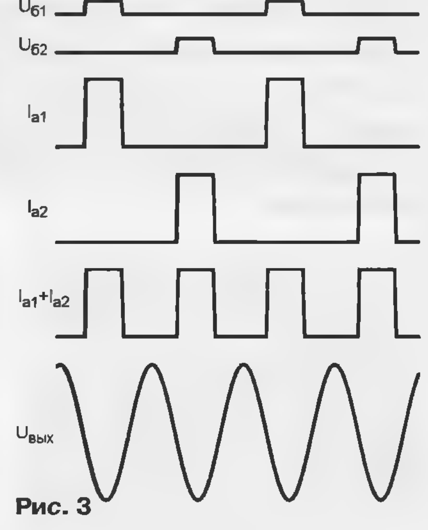


Рис. 3

Достоинства рассмотренного выше удвоителя — отсутствие в спектре выходного сигнала составляющей входной частоты и её нечётных гармоник, в два раза большая по сравнению с однотактным удвоителем мощность. С лампами 6П15П она достигает нескольких ватт, а с лампами 6П37Н-В — нескольких десятков ватт при том же самом напряжении анодного питания. Для увеличения этой мощности до необходимого для работы в эфире уровня достаточно, как правило, одной усилительной ступени.

В качестве элементной базы синтезатора были выбраны, хотя и морально устаревшие, но вполне удовлетворяющие всем необходимым требованиям микросхемы структуры ТТЛ и ТТЛШ малой и средней степени интеграции. Предпочтение отдано микросхемам в корпусах с планарными выводами, расположенными с шагом 1,25 мм. Их использование избавляет от необходимости сверлить в печатной плате множество отверстий и оставляет на ней больше места для печатных проводников, что упрощает их трассировку.

Рис. 4

На **рис. 4** показана часть принципиальной схемы синтезатора, содержащая ДПКД (микросхемы DD1—DD7), кварцевый генератор (микросхема DD8) с делителем его частоты до 45 кГц на микросхеме DD11, частотно-фазовый детектор (микросхемы DD9, DD10), пассивный фильтр нижних частот и интегратор на операционном усилителе DA1.

На вход ДПКД от ГУН, находящегося в другой части схемы, поступают импульсы частотой $F_{ГУН}$. Коэффициент деления устанавливают равным отношению заданной частоты передачи F к шагу перестройки. Это делают с помощью переключателей SA1 (единицы) и SA2.1 (десятки). Ещё сто единиц добавляется за счёт схемного построения делителя. В рассматриваемом случае коэффициент деления можно изменять от 161 до 200, что соответствует значениям выходной частоты синтезатора от 1449 до 1800 кГц.

Позиционные коды положения переключателей SA1 и SA2.1 преобразуют в двоично-десятичные логические узлы-шифраторы на микросхемах соответственно DD1, DD2 и DD3, DD4. Логический узел И на диодах VD1 и VD2 добавляет пятый вход верхнему по схеме четырёхвходовому элементу И-НЕ микросхемы DD1. Поскольку используется лишь сорок значений коэффициента деления ДПКД, шифратор десятков на микросхемах DD3 и DD4 — неполный. Он выдаёт двоичные коды чисел 6—9, соответствующие лишь четырём положениям переключателя SA2.1.

Соединение переключателями входов логических элементов с общим проводом устанавливает высокий уровень на их выходах. Однако на выходах тех элементов, ни один из входов которых в данном положении переключателей с общим проводом не соединён, уровень остаётся низким, так как резисторы R1—R13 поддерживают на всех их входах высокий уровень напряжения. В результате на выходах микросхем DD1—DD4 формируется соответствующий положениям переключателей двоичный код.

Двоично-десятичные счётчики DD5 и DD6 (533ИЕ6) работают, как вычитающие с параллельной записью начального кода. В первом такте каждого цикла деления в них записывают двоично-десятичные коды значений разрядов единиц (DD5) и десятков (DD6) числа, на единицу меньшего требуемого коэффициента (оно увеличивается на единицу в первом такте). Значение разряда сотен коэффициента деления, всегда равное 1, заносят в образующий счётчик сотен триггер DD7.1, устанавливая его в состояние с низким уровнем на инверсном выходе 8.

С каждым очередным, следующим с частотой $F_{ГУН}$, входным импульсом содержимое счётчика в целом уменьшается на единицу. Когда оно достигает 100, по окончании счётного импульса уровень напряжения на входе –1 (выводе 4) счётчика единиц DD5 становится низким, тогда на выходе <0 (выводе 13) сначала DD5, а затем и счётчика десятков DD6 формируются импульсы переноса (низкого уровня). Они запаздывают на интервалы времени, равные задержкам формирования сигналов переноса счётчиками. Импульс с выхода <0 счётчика DD6 переводит триггер DD7.1 (счётчик сотен) в состояние с высоким уровнем на инверсном выходе (выводе 8). Ранее на этом выходе и на соединённом с ним входе S (выводе 4) триггера загрузки начального кода DD7.2 уровень напряжения был низким. Поэтому триггер DD7.2 не реагировал на сигналы на входах C (выводе 3) и D (выводе 2) и уровень на его выходе (выводе 5) остался высоким.

Следующий счётный импульс уменьшит содержимое счётчиков DD5 и DD6 до 99, а далее они продолжат уменьшать его до нуля, по достижении которого на выходах <0 вновь будут сформированы импульсы переноса. Но теперь высоким уровнем на входе S триггеру DD7.2 разрешена реакция на приходящие на его входы C и D сигналы. Поэтому он перейдёт в состояние, соответствующее низкому уровню на входе D в момент нарастающего перепада уровня на входе C. В результате установившийся на его прямом выходе (выводе 5) низкий уровень разрешит запись в счётчики DD5 и DD6 заданных переключателями кодов. Этот же уровень, поступив на вход S триггера сотен DD7.1, переведёт его в состояние с низким уровнем на выходе (выводе 8). Это возвратит триггер DD7.2 в состояние с высоким уровнем на выводе 5, завершит импульс записи кодов в счётчики и запретит реакцию триггера DD7.2 на сигналы, поступающие на входы C и D.

Описанный цикл повторяется всё время, пока синтезатор включён. При переводе переключателей SA1, SA2 в другое положение новый коэффициент начинает действовать по завершении текущего цикла деления.

Образцовый кварцевый генератор выполнен на логических элементах DD8.1 и DD8.2 по схеме несимметричного мультивибратора с кварцевым резонатором ZQ1 в цепи обратной связи. Резисторы R16 и R17 обеспечивают линейный режим работы логических элементов и тем самым мягкое самовозбуждение генератора. Кварц возбуждается на частоте своего последовательного резонанса. Точное значение генерируемой частоты устанавливают по образцовому частотомеру подборкой конденсаторов C1 и C3. Интегрирующая цепь R17C2 должна иметь частоту среза, близкую к удвоенной основной частоте резонатора, чтобы исключить его возбуждение на высших механических гармониках. Ёмкость конденсатора C2, указанная на схеме, подходит для резонатора на частоту 90 кГц. Её необходимо изменять обратно пропорционально его частоте, уменьшив, например, до 750 пФ для резонатора на 180 кГц.

Следующий за кварцевым генератором делитель частоты собран на двух триггерах DD11.1 и DD11.2, каждый из которых делит частоту в два раза. Если применён резонатор на 90 кГц, сигнал образцовой частоты 45 кГц снимают с выхода триггера DD11.1, установив перемычку S1 в положение 1—2. При резонаторе на 180 кГц перемычку переносят в положение 2—3 и используют обе ступени делителя.

Имеется возможность применить резонатор и на 45 кГц. Ёмкость конденсатора C2 при этом следует увеличить до 3000 пФ, перемычку S1 удалить, а выход элемента DD8.3 соединить дополнительным проводом с контактом 2 для перемычки. Микросхему DD11 в этом случае можно не устанавливать.

В принципе, для использования в синтезаторе пригоден любой кварцевый резонатор, частота которого кратна 45 кГц. Достаточно установить между выходом генератора на элементах DD8.1 и DD8.2 и входом C триггера DD10.2 делитель частоты с нужным коэффициентом деления. При частоте резонатора 4,5 МГц и выше конденсатор C2 не требуется.

Частотно-фазовый детектор сравнивает по частоте и фазе последовательность импульсов, следующих с частотой ГУН, уменьшенной ДПКД в заданное переключателями число раз, приходящую на вход C триггера DD10.1 с выхода ДПКД, и последовательность импульсов образцовой частоты 45 кГц, поступающую на аналогичный вход триггера DD10.2. На выводах 5 триггера DD10.1 и 9 триггера DD10.2 формируются сигналы, характеризующие как знак разности частоты двух сигналов, так и разность их фаз при равной частоте.

Принцип работы детектора основан на запоминании, на входе какого из триггеров нарастающий перепад импульса произошёл раньше. Исходно оба триггера установлены в состояние с высоким уровнем на прямых выходах (выводах 5 и 9) и низким на инверсных (выводах 6 и 8). Поскольку входы D триггеров соединены с общим проводом, первый же нарастающий перепад уровня на любом из входов C переведёт соответствующий триггер в противоположное состояние. Когда произошедший позже нарастающий перепад уровня на входе C другого триггера изменит и его состояние, на всех входах элемента И-НЕ DD9.1 будет установлен высокий уровень, а на его выходе и (с небольшой задержкой) на выходе элемента DD9.3, соединённом с входами S обоих триггеров, — низкий. Это возвратит триггеры в исходное состояние, которое сохранится до очередных нарастающих перепадов уровня на их входах C. Задержка, реализуемая с помощью элементов DD9.2 и DD9.3, требуется для устранения неопределённости, возникающей при почти одновременном изменении уровней на входах C и S триггеров.

Информация о разности фаз сигналов содержится в длительности импульсов, сформированных на выходе того из триггеров, на вход C которого поступают импульсы более высокой частоты. На прямом выходе второго триггера при этом будет установлен высокий уровень, "прорезанный" последовательностью коротких импульсов меньшей частоты.

На выходах триггеров предусмотрены "отсекающие" диоды VD3 и VD4, благодаря которым для дальнейшего аналогового преобразования используется лишь низкий, близкий к потенциалу общего провода уровень выходного напряжения логических микросхем. Близ-

тел. 607-88-18 Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Приём статей: mail@radio.ru тел. 607-88-18
Вопросы: consult@radio.ru

кий к напряжению питания высокий уровень использовать нельзя. Он неизбежно поражён импульсными помехами, возникающими в результате резкого возрастания потребляемого цифровыми микросхемами тока в моменты изменения их состояния. Такие помехи приводят к увеличению фазовых флюктуаций выходного сигнала синтезатора.

Для создания "чистого" высокого уровня использованы стабилизированное напряжение +12 В и его делитель на резисторах R21 и R24 с блокировочным конденсатором C16. Напряжение с делителя поступает через резисторы R22 и R25 в обе выходные цепи частотно-фазового детектора. Фильтр нижних частот преобразует последовательность импульсов переменной скважности в постоянное напряжение. Конденсаторы фильтра — C15 и C17.

Интегратор собран на ОУ 140УД6 (DA1) по схеме пропорционально-интегрирующего фильтра. Интегрирующей ёмкостью служит конденсатор C19, а ускорение реакции интегратора на резкие изменения входного сигнала обеспечивает соединённый с ним последовательно "пропорциональный" резистор R23. Симметрия достигается подключением к неинвертирующему входу ОУ второй пропорционально-интегрирующей цепи C14R20. Постоянная интегрирования зависит от ёмкости конденсаторов C14, C19 и сопротивления резисторов R19, R26. Конденсатор C18 — блокировочный в цепи питания ОУ DA1.

Формируемое на выходе интегратора напряжение $U_{упр}$ нарастает, если частота $F_{ГУН}$ ниже требуемой или спадает, если она больше. В результате поддерживается постоянство разности фаз сигналов, поступающих на входы частотно-фазового детектора, чем и обеспечивается равенство их частот.

На **рис. 5** изображена вторая часть схемы синтезатора. Здесь показаны ГУН на транзисторе VT1 с буферным усилителем-формирователем на транзисторах VT2, VT6 и логическом элементе DD12.1, делителем частоты ГУН на 10 (микросхема DD13), а также выходной распределитель импульсов на микросхеме DD14, элементах DD12.2, DD12.3, транзисторах VT4 и VT5. Здесь же находятся стабилизаторы напряжения питания DA2 и DA3.

ГУН выполнен по схеме ёмкостной трёхточки с последовательным конденсатором C25 в индуктивной ветви колебательного контура. По сравнению с обычной ёмкостной трёхточкой в данном случае обеспечена более высокая стабильность частоты генерации за счёт частичного включения транзистора в колебательный контур и большего характеристического сопротивления контура, достигнутого благодаря возможности увеличить его индуктивность.

В зависимости от положения переключателя SA2 его секцией SA2.3 в колебательный контур включается одна из катушек L1, L2, а секцией SA2.2 в положениях "60" и "80" к контуру подключается конденсатор C23. Таким образом, диапазон перестройки ГУН разбит на четыре поддиапазона, что снизило требования к коэффициенту перекрытия по ёмкости варикапов VD6 и VD7. Благодаря тому что конденсаторы C26 и C27 сравнительно большой ёмкости, а конденсатор C25 — относительно малой, изменения собственной ёмкости p-n переходов транзистора VT1 под воздействием температуры и питающего напряжения слабо влияют на частоту генерации.

Варикапы VD6 и VD7 включены в контур встречно-последовательно по переменному току. Это уменьшает зависимость их суммарной ёмкости от мгновенного значения генерируемого высокочастотного напряжения. По постоянному току варикапы соединены параллельно (анод варикапа VD6 соединён с общим проводом через переключатель и контурную катушку). Поэтому управляющее напряжение $U_{упр}$ изменяет их ёмкость одинаково. Оно поступает на варикапы через резистор R29, вместе с конденсатором C21 отделяющий по высокой частоте цепи колебательного контура ГУН от цепей управления частотой. Поскольку для варикапов полярность этого напряжения обратная, ток в цепи управления очень мал и номинал резистора R29 можно выбирать в очень широких пределах. Но делать его меньше 30 кОм не стоит, это приведёт к слишком сильному шунтированию колебательного контура и ухудшению стабильности частоты генератора.

Режим транзистора VT1 по постоянному току задан резисторами R30—R32. Напряжение на эмиттере установлено равным 3,4 В — половине заданного стабилитроном VD7 напряжения питания (6,8 В). Ток эмиттера транзистора VT1 при указанном на схеме номинале резистора R32 — около 4,5 мА. Сигнал ГУН поступает на буферный усилитель с эмиттера (наиболее "холодной" точки колебательного контура генератора) через конденсатор связи C28.

Усилитель собран на транзисторах структуры p-n-p VT2 и VT3 по каскодной схеме ОК-ОБ. В отсутствие сигнала постоянное напряжение в точке соединения эмиттеров транзисторов — приблизительно 4,6 В, а на коллекторе транзистора VT6 — 1,5 В, что близко к порогу переключения быстродействующего логического элемента DD12.1 серии 530 (структуры ТТЛШ). Синусоидальный сигнал преобразуется в прямоугольные импульсы только за счёт усиления и ограничения. Использовать здесь пороговые элементы с гистерезисом (триггеры Шмитта) недопустимо. Они вносят фазовую нестабильность перепадов импульсов, что портит спектр выходного сигнала синтезатора.

Микросхема DD13 (133ИЕ2), на которой выполнен делитель частоты $F_{ГУН}$ на 10, содержит счётчики-делители частоты на 2 и на 5, имеющие отдельные входы и выходы. В данном случае первым в тракт сигнала включён делитель на 5, а лишь за ним — делитель на 2. Импульсы с выхода делителя на 5 (вывода 8 микросхемы DD13) направляют в два выходных канала элементы DD14.2 и DD14.3, поочерёд-

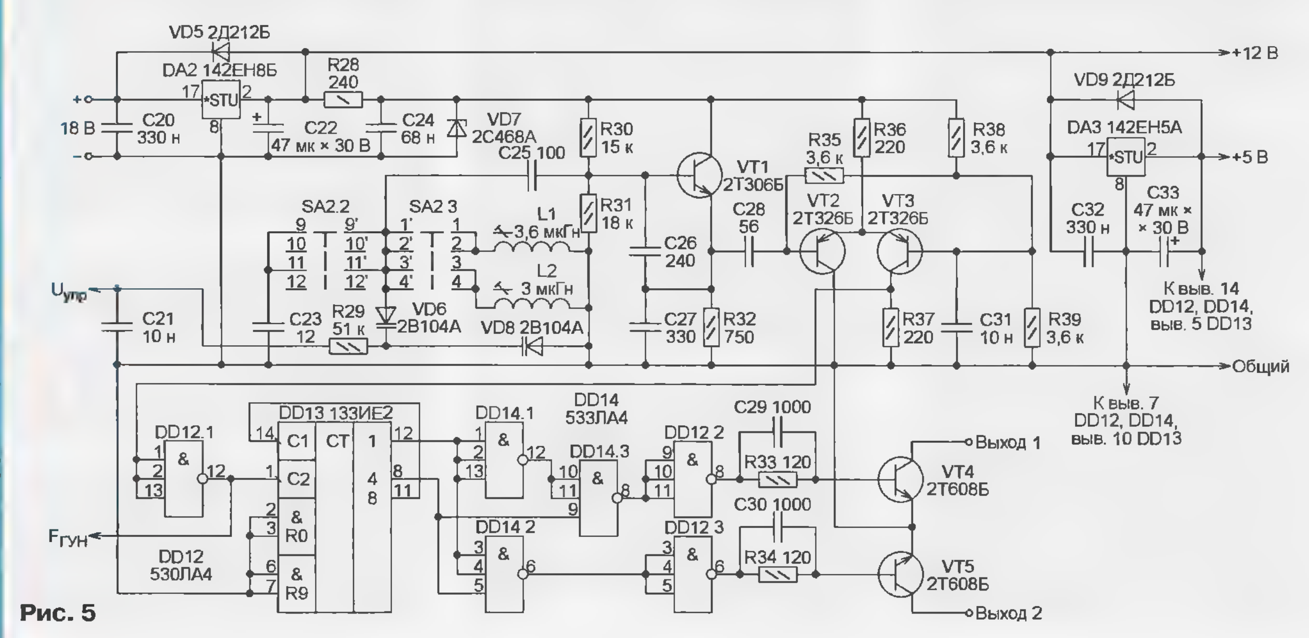


Рис. 5

но открываемые прямым и проинвертированным элементом DD14.1 сигналами с выхода делителя частоты на 2 (вывода 12 микросхемы DD13).

Импульсы с выходов элементов DD14.2 и DD14.3 через инверторы DD12.2 и DD12.3 серии 530, обеспечивающие выходной ток 10...15 мА, поступают на базы выходных транзисторов VT4 и VT5. Базовый ток ограничен резисторами R33 и R34. Форсирующие конденсаторы C29 и C30 ускоряют переключение транзисторов.

Синтезатор питается от источника постоянного напряжения 15...20 В, потребляя от него ток 150 мА. Стабилизированное напряжение +12 В и +5 В, необходимое для различных узлов, получено с помощью интегральных стабилизаторов соответственно DA2 и DA3. Диоды VD5 и VD9 — защитные. Они ограничивают обратное напряжение, приложенное между выходом и входом стабилизаторов, когда первичное напряжение питания уже выключено, но подключённые к выходам стабилизаторов фильтрующие конденсаторы ещё не разрядились.

(Окончание следует)

Конвертер сигналов DRM для "DEGEN 1103"

В. БОЙКО, г. Иркутск

Вторая ПЧ приёмника "DEGEN 1103", равная 450 кГц, слишком высока для непосредственной подачи на вход аудиокарты компьютера, что не даёт возможность использовать существующие программы для приёма CW, SSB, PSK30 и RTTY сигналов любительских радиостанций и цифрового радиовещания в формате DRM. Для этого нужно ввести в приёмник ещё один преобразователь частоты (конвертер), понижающий ПЧ до 12 кГц. Схема такого конвертера, встраиваемого в приёмник "DEGEN 1103" и питающегося от него, изображена на **рис. 1**.

В качестве выходного разъёма конвертера XS1 использовано гнездо LIN_OUT приёмника, от которого отключены ранее шедшие к нему цепи. Конвертер работает, когда в это гнездо вставлен штекер XP1 соединительного кабеля, его схема показана на **рис. 2**. Штекер XP2 включают в микрофонное гнездо компьютера, на котором имеется напряжение для питания электретного микрофона. Этим напряжением питается фототранзистор оптрона U1, обеспечивающий электрическую изоляцию компьютера от конвертера и приёмника, и значительно снижает уровень помех приёму.

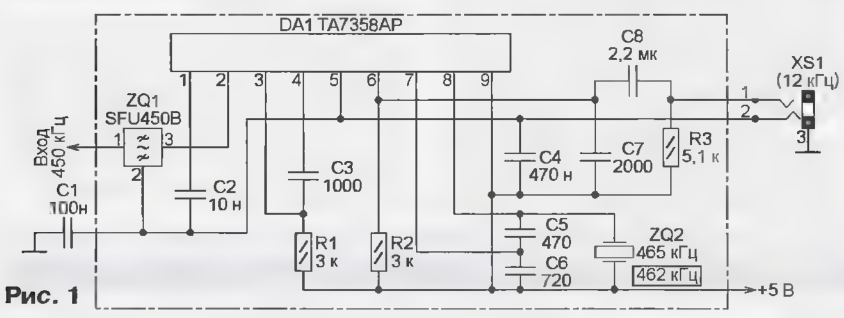


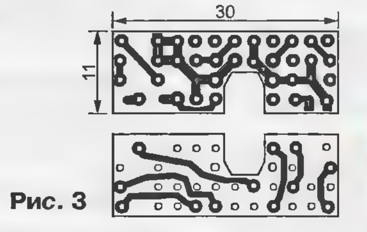
Рис. 1

Поскольку фильтр второй ПЧ приёмника имеет полосу пропускания 6 кГц, недостаточную для приёма DRM, сигнал, подаваемый на вход конвертера, снимается в приёмнике до этого фильтра. В конвертере предусмотрен собственный фильтр ПЧ 450 кГц (ZQ1) с полосой пропускания 20 кГц. Он обеспечивает подавление примерно на 30 дБ зеркального канала приёма, возникающего при преобразовании частоты 450 кГц в 12 кГц. Вносимое этим фильтром затухание сигнала компенсирует имеющийся в микросхеме TA7358AP (DA1) усилитель ВЧ.

В этой же микросхеме находятся смеситель и гетеродин, частота которого стабилизирована пьезокерамическим резонатором ZQ2 (CRB 465 kHz). Конденсаторами C5 и C6 частота гетеродина понижена на 3 кГц относительно номинальной частоты резонатора и равна 462 кГц. Можно настроить гетеродин и на частоту 438 кГц, установив в конвертер резонатор ZQ2 на 440 кГц. Допустимо отклонение частоты гетеродина на ±2 кГц от заданной (462 или 438 кГц).

XP1 (к конвертеру) U1 TLP621 XP2 (к компьютеру)

Рис. 2



К конт. 2 XS1 К конт. 1 XS1 М 2:1 Вход К C1 C7 C8 C4 C3 C2 C5 C6 R3 R2 R1 ZQ2 DA1 ZQ1 +5 В (к выв 6 IC2 приёмника)

Рис. 3

Оптрон монтируют на небольшой плате, включаемой в разрыв экранированного провода, соединяющего штекеры. Отрезком термоусаживаемой трубки плату защищают от влаги и повреждений. Если компьютер хорошо заземлён и не создаёт помех, штекеры XP1 и XP2 можно соединить непосредственно, исключив оптрон.

Печатная плата конвертера изображена на **рис. 3**. Её можно сделать односторонней, если заменить перемычками из изолированного провода шесть печатных проводников, расположенных на стороне установки деталей.

Собранный конвертер до установки в приёмник следует проверить. Напряжение питания 3...9 В при проверке подают на выводы 9 (плюс) и 5 (минус) микросхемы. Прежде всего нужно убедиться в отсутствии абсолютно одинакового напряжения на соседних выводах микросхемы и печатных проводниках. Следует иметь в виду, что у разных экземпляров микросхемы TA7358AP входом УВЧ может быть как первый, так и второй вывод. Если при проверке оказалось, что постоянное напряжение на выводе 1 микросхемы выше, чем на выводе 2, цепи, идущие к этим выводам, нужно поменять местами. Сигнал подают на тот из них, постоянное напряжение на котором выше, а к другому подключают конденсатор C2.

Частоту гетеродина определяют, точно настроив радиоприёмник с цифровой шкалой на её третью гармонику 1386 (1314) кГц. С помощью "DEGEN 1103" можно принять и первую гармонику гетеродина, но определить частоту по третьей удаётся точнее. При необходимости гетеродин настраивают на нужную частоту, подбирая конденсаторы C5 и C6.

В заключение проверки имеет смысл соединить конвертер с компьютером и с помощью имеющей режим анализатора спектра программы (WinRad, HDSDR, Dream) убедиться в приёме каких-либо сигналов при касании отвёрткой выводов 6, 4, 3, 2 (1) микросхемы.

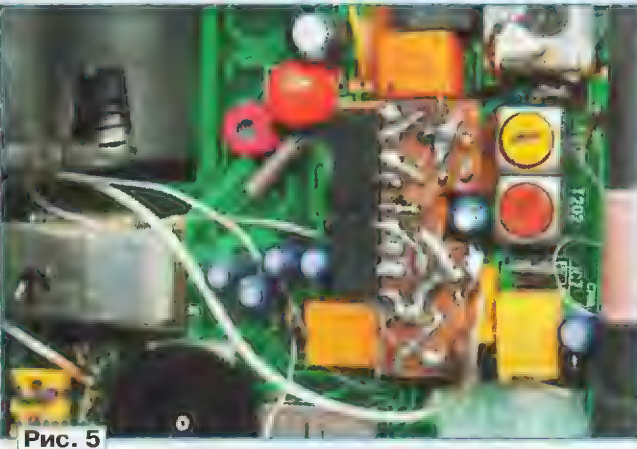
Приёмник "DEGEN 1103" собран на двух платах, крепящихся к передней и задней частям корпуса. Плату конвертера размещают на задней части. Чтобы получить к ней доступ, нужно вывинтить все саморезы на задней стенке корпуса приёмника, за исключением того, который крепит телескопическую антенну. Один из саморезов находится в батарейном отсеке. Затем, осторожно отделив переднюю часть корпуса и приподняв её, вынуть из пазов в задней части валкодер.

тел. 607-88-18
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Далее следует отпаять (запомнив место пайки) провод, идущий от валкодера к задней плате приёмника. Так же поступают с проводами от динамической головки. Передняя и задняя части приёмника остаются соединёнными ленточным кабелем, вставленным в разъём на задней плате. Это соединение лучше не разъединять.



Рис. 4


Рис. 5

Приёмник укладывают на стол задней платой вверх, а переднюю часть сдвигают в сторону, как показано на **рис. 4**, чтобы освободить доступ к будущему месту установки платы конвертера. Покачивая из стороны в сторону оксидные конденсаторы C301 (3) и C302 (2), находящиеся около гнезда LIN_OUT (1), отламывают их от платы. Прогревая паяльником корпус резонатора X401 (4), чтобы размягчить клей, которым он зафиксирован на плате, аккуратно отгибают его в противоположном направлении и фиксируют так, чтобы он не мешал закрыванию приёмника. Следует убедиться, что выводы резонатора не соединились между собой. Напряжение +5 В для питания конвертера будет сниматься с вывода 6 микросхемы IC2 (5). Необходимо очистить от лака и залудить контактную площадку около этого вывода.

Чтобы передняя часть приёмника не помешала монтажу конвертера, её приподнимают и подпирают, например, деревянной палочкой, сильно не натягивая при этом плоский кабель. На металлический экран, находящийся на плате, установленной в этой части корпуса, в тех местах, где при сборке приёмника экран может соприкоснуться с вновь установленной платой конвертера, наклеивают отрезки липкой ленты.

Припаяв провод, соединяющий вывод 6 микросхемы IC2 с цепью +5 В конвертера, устанавливают его плату в приёмник деталями вниз, как показано на **рис. 5**. Входной провод конвертера припаивают к штырькам для съёмной перемычки, находящейся на плате приёмника между контурами T201 и T604. Саму перемычку нужно снять, а припаиваемым проводом соединить оба штырька вместе. Конденсатор C1 припаивают между соответствующей контактной площадкой платы конвертера и экраном контура T604.

Провода, соединяющие конвертер с гнездом XS1 (бывшим LINE_OUT), желательно свить между собой. Их припаивают к контактным площадкам от удалённых конденсаторов C301 и C302, соединённых с соответствующими контактами гнезда.

Припаяв на место провода от валкодера и динамической головки, закрываем приёмник. Завинтив два самореза по диагонали задней части корпуса, проверяют работоспособность приёмника. Затем подключают его к компьютеру и проверяют работу с конвертером. Порядок такой проверки и работы с программой Dream описан в моей статье "Опыт приёма радиостанций DRM в Иркутске" ("Радио", 2008, № 7, с. 22—25; № 8, с. 14—17).

В работе устройство показало хорошие результаты. Встраивание конвертера внутрь приёмника не только обеспечило его питание от батарей последнего, но и исключило наводки на довольно длинные провода, которые пришлось бы подключить к тракту ПЧ приёмника при размещении конвертера в отдельном корпусе.

Новая версия программы "Конвертор"

П. КОЖУХИН, г. Курган

За время, прошедшее с момента публикации заметки "Программа — справочник кодов для вывода на индикаторы" ("Радио", 2010, № 6, с. 34) о разработанной мною программе "Конвертор", была создана её новая версия 2.1. В ней исправлены некоторые недочёты первого варианта и добавлены новые функции. В частности, тексты и коды из окон ввода и вывода теперь можно копировать в любой текстовый документ. Расчёт кодов происходит только при нажатии на какую-либо экранную кнопку. Таймер компьютера не используется.

Окно программы состоит из трёх вкладок, в которых готовят коды для знакосинтезирующих индикаторов определённого вида: "Сегментный индикатор", "ЖКИ (HD44780)", "Матрица 8x8" и вкладки "Справка".

"Сегментный индикатор" (рис. 1) — здесь рассчитывают коды, которые необходимо подавать на аноды или катоды элементов (сегментов) многоэлементного светодиодного индикатора, чтобы получить на нём изображение заданного символа. Число элементов, из которых образуются изображения символов, бывает разным. Поэтому, прежде всего, необходимо выбрать их число (7, 14 или 16). Десятичная точка в счёт не входит, однако для 7- и 14-элементных индикаторов можно задать и её состояние.

Если в поле "Название сегментов" отметить пункт "Отображать", внутри контуров элементов индикатора на экране появятся их буквенные обозначения. Учтите, фактические обозначения элементов у многих индикаторов не совпадают с использованными в программе. Их соответствие необходимо уточнять по технической документации индикатора.

Далее для каждого элемента задают номер управляющего им двоичного разряда формируемого кода. Если один и тот же разряд по ошибке задать для нескольких элементов, соответствующие поля ввода выделяются цветом, а изображение индикатора с экрана исчезает.

Наводя курсор мыши на элементы индикатора, включают или выключают их щелчками левой кнопки. Включённые элементы выделяются цветом, образуя нужный символ.

Длина сформированного кода может быть 8 или 16 двоичных разрядов. Предоставляется возможность выбрать формат, в котором он будет представлен (двоичный, десятичный или шестнадцатеричный, старший и младший байты отдельно или одно шестнадцатиразрядное слово).

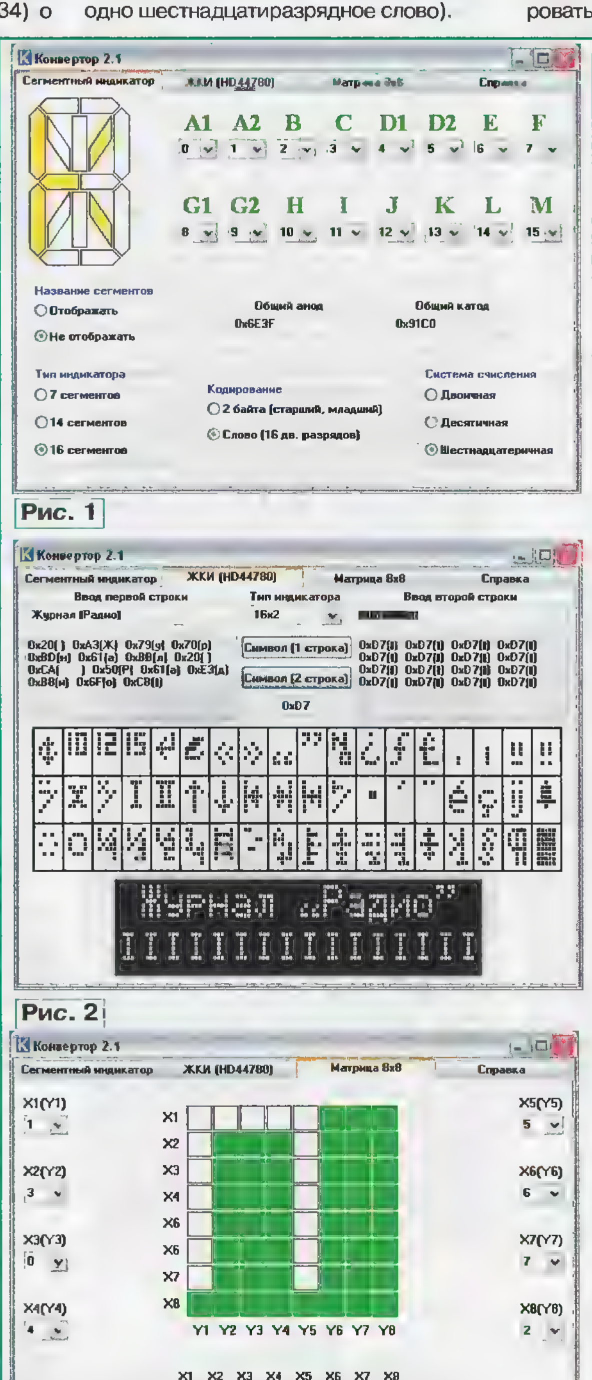


Рис. 1

Рис. 2

Рис. 3

"ЖКИ (HD44780)" (рис. 2). Индикаторы на базе контроллера HD44780 имеют встроенный знакогенератор. Зная коды символов, выводить их на экран довольно просто. Затруднения вызывает то, что у многих символов коды не совпадают с привычными, принятыми в компьютере. Для некоторых символов компьютерных эквивалентов вообще нет. Программа "Конвертор" версии 2.1 позволяет вводить с клавиатуры и редактировать текст, предназначенный для отображения на экране ЖКИ, располагая его так, как он будет выглядеть на экране. Специальные символы вводятся из имеющейся на рассматриваемой вкладке таблицы с их изображениями.

Первое, что необходимо сделать, — в поле "Тип индикатора" выбрать нужную комбинацию числа символов в строке (первое число) и числа строк (второе число) на экране ЖКИ. Например, 16×2 — две строки по 16 символов. Затем в полях "Ввод первой строки" и "Ввод второй строки" набирают необходимые последовательности символов. При этом под вводимыми символами появляются их коды. Для наглядности в нижней части вкладки надпись выводится так, как она будет выглядеть на экране. Каждый символ формируется из матрицы 5×8 точек.

Чтобы использовать дополнительные знаки, не входящие в стандартный набор символов компьютера, нужно щёлкнуть левой кнопкой мыши по изображению нужного знака в имеющейся на вкладке таблице. Он будет выделен красной рамкой, а его код появится в центре вкладки. Чтобы добавить выбранный знак в одну из строк индикатора, достаточно нажать на экранную кнопку "Символ (1 строка)" или "Символ (2 строка)".

"Матрица 8x8" (рис. 3). На этой вкладке определяют коды, которые следует подать в динамическом режиме на выводы светодиодной матрицы 8×8 точек для отображения заданного символа. Прежде всего распределяют по разрядам формируемых кодов строки матрицы X1—X8 и её столбцы Y1—Y8. Затем, щёлкая левой кнопкой мыши по точкам матрицы, рисуют необходимый символ. Экранной кнопкой "Инвертировать" можно одновременно изменить состояние всех элементов (светодиодов) матрицы на противоположное, а экранной кнопкой "Обнулить" — погасить их. Предусмотрен расчёт кодов для динамического вывода символа как сверху вниз по строкам, так и слева направо по столбцам.

От редакции. *Программа "Конвертор v2.1" находится по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2012/09/conv21.zip** на нашем FTP-сервере.*

Разработки китайских радиолюбителей

Генератор на логических элементах работает на третьей гармонике кварцевого резонатора (рис. 1 <http://www.dz3w.com/sch/signal/5231.html>). Включённый последовательно с кварцевым резонатором ZQ1 параллельный колебательный контур L1C2C3 настроен на основную частоту резонатора (16 МГц). Имея большое резонансное сопротивление, контур разрывает цепь обратной связи на этой частоте. Поэтому генератор возбуждается на третьей механической гармонике резонатора, на частоте которой (48 МГц) сопротивление контура незначительно.

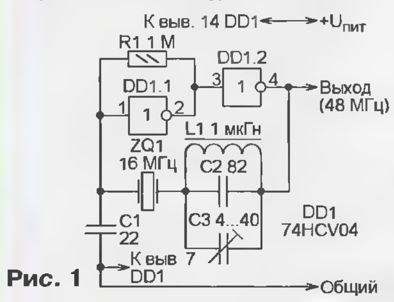


Рис. 1

Детектор "свой-чужой" (рис. 2 <http://uphotos.eepw.com.cn/fetch/200906/e47d4d9a2d9c671b4d86d70752684c86.jpg>). Это устройство устанавливает низкий логический уровень на одном из двух своих выходов в зависимости от характера нажатия на кнопку SB1. В исходном состоянии, когда кнопка отпущена и нажатий на неё давно не было, все конденсаторы разряжены, поэтому уровень на обоих выходах высокий.

При однократном достаточно продолжительном нажатии на кнопку напряжением высокого уровня с выхода элемента DD1.2 через резистор R1 заряжается конденсатор C2. Как только напряжение на нём достигнет порога переключения элемента DD1.4, высокий уровень на "Выходе 2" сменится низким. Если нажатие было слишком коротким и конденсатор C2 не зарядился до нужного напряжения, после отпускания кнопки он быстро разрядится через диод VD3. При следующем нажатии его зарядка начнётся заново.

Рис. 2

Каждое нажатие на кнопку вызывает и зарядку конденсаторов C1 и C3. Поскольку напряжение между ними распределяется обратно пропорционально ёмкости, на конденсаторе C3 оно при первом нажатии не достигает значения, необходимого для изменения состояния элемента DD1.3. В паузах между нажатиями конденсатор C1 разряжается быстро через диод VD1, а конденсатор C3 — медленно через резистор R3. Поэтому при частых кратковременных нажатиях на кнопку напряжение на конденсаторе C3, нарастая ступенями, всё-таки достигнет порога переключения элемента DD1.3. Высокий уровень на "Выходе 1" сменится низким.

"Круглая" микросхема в DIP-панели (рис. 3 <http://image.big5.made-in-china.com/2f0j01eCnajoPKLpch/%E5%8F%91%E7%83%A7%E9%9F%B3%E5%93%8DIC%EF%BC%88OPA2111/USA+OPA2604/USA%EF%BC%89.jpg>). Если микросхема имеет длинные гибкие выводы, их можно вставить в гнёзда стандартной панели и даже закрепить там пайкой. Снабжённую таким "цоколем" микросхему можно применять вместо функционально аналогичной микросхемы в корпусе DIP.


Рис. 3

Реле минимального напряжения (рис. 4 <http://www.go-gddq.com/upload/2012-01/12010511049356.jpg>) можно использовать, например, для предотвращения чрезмерной разрядки аккумуляторной батареи. Контакты реле K1 замкнуты, если напряжение $U_{вх}$ превышает заданное значение, и разомкнуты, когда оно ниже. Пороговым устройством служит параллельный интегральный стабилизатор DA1. Резистор R1 выбирают таким, чтобы при пороговом значении напряжения $U_{вх}$ напряжение между выводами 1 и 2 стабилизатора равнялось 2,5 В. Его указанный на схеме номинал соответствует порогу срабатывания 15 В.

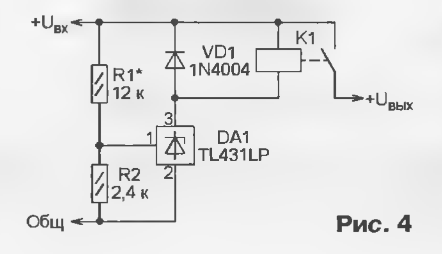


Рис. 4

Безопасное подключение аккумуляторной батареи к зарядному устройству (рис. 5 <http://www.go-gddq.com/upload/2011-12/111216011687861.jpg>). Узел на четырёх транзисторах, установленный на выходе зарядного устройства, обеспечивает правильное направление зарядного тока независимо от полярности подключения заряжаемой батареи.

Если её плюсовой вывод соединён с верхним (по схеме) проводом, а минусовый — с нижним, ток зарядки течёт через открывшиеся транзисторы VT1 и VT4. При подключении батареи в обратной полярности откроются транзисторы VT2, VT3 и направление тока останется правильным. Когда батарея отсутствует, все транзисторы закрыты, напряжения на предназначенных для неё зажимах нет. Это защищает зарядное устройство от случайных замыканий.

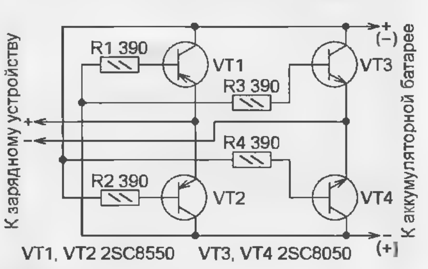


Рис. 5

С транзисторами указанных на схеме типов максимальный ток зарядки — 1,5 А. Если этого недостаточно, транзисторы следует заменить более мощными и уменьшить номиналы резисторов R1—R4.

Работа фототранзистора на фоне постоянной засветки (рис. 6 <http://www.dz3w.com/uploadfile/2011/0608/20110608115136951.gif>). Принимаемые фототранзистором ИК импульсы выделяются на дросселе L1. Вызванная фоновой засветкой медленно меняющаяся постоянная составляющая тока фототранзистора падения напряжения на индуктивности не создаёт. Резистор R1 ограничивает ток при слишком яркой засветке. Индуктивность дросселя L1 сравнительно велика, поскольку узел предназначен для приёма импульсов с частотой повторения 3 кГц и скважностью 2.

Рис. 6

Подготовил С. РЮМИК,
г. Чернигов, Украина

Приём статей: mail@radio.ru тел. 607-88-18
Вопросы: consult@radio.ru

Генератор импульсов с независимым регулированием частоты и скважности

П. ГАЛАШЕВСКИЙ, г. Херсон, Украина

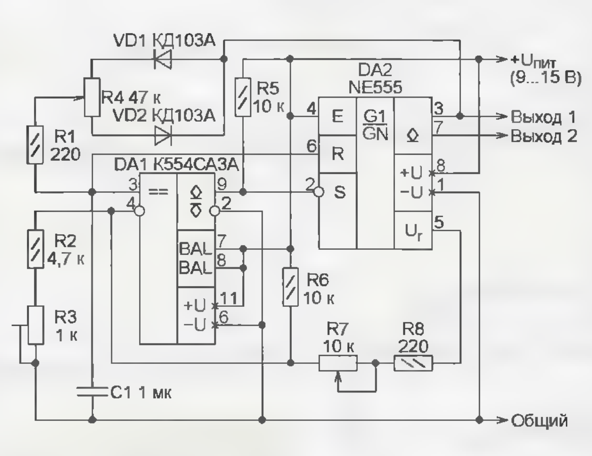
Не так давно мне потребовалось собрать генератор прямоугольных импульсов со сравнительно мощным выходом и плавным ручным регулированием частоты и скважности. Имея некоторый опыт, я сразу решил, что основой генератора должна стать микросхема-таймер NE555 (КР1006ВИ1). Её выпускают не один десяток лет, она дёшева, надёжна, имеет отличные характеристики и легко согласуется с логическими микросхемами структуры КМОП и ТТЛ. Напряжение питания таймера может лежать в пределах от 5 до 15 В, а выход выдерживает ток нагрузки до 200 мА.

К сожалению, поиск в Интернете подходящей схемы генератора не дал результата. Все найденные страдали одним и тем же недостатком — при изменении частоты менялась и скважность выходных импульсов. Или же регулировка скважности плавная, а частота — ступенчатая, с помощью переключателя. В результате нужный генератор был разработан самостоятельно.

Как известно, в таймере NE555 имеются два компаратора напряжения. Порог срабатывания одного из них (условно верхнего) без подключения дополнительных резисторов равен 2/3 напряжения питания, а второго (нижнего) — в два раза меньше. Напряжение на времязадающем конденсаторе при работе генератора колеблется между этими порогами. Для изменения скважности известен классический приём — подать напряжение с выхода микросхемы через разнонаправленные диоды на крайние выводы переменного резистора, регулирующего скважность, а его движок соединить с времязадающим конденсатором. При такой регулировке частота импульсов не изменяется, так как сумма сопротивлений резисторов, через которые заряжается и разряжается конденсатор, остаётся постоянной.

Но как плавно регулировать частоту, не изменяя скважность? Я решил делать это, управляя разностью порогов срабатывания компараторов. Чем она меньше, тем меньше при прочих равных условиях уходит времени на перезарядку конденсатора от одного порога до другого и обратно, тем выше становится частота импульсов.

В микросхеме NE555 верхнее пороговое напряжение выведено на вывод 5, а для нижнего внешний вывод, к сожалению, не предусмотрен. Если подключить между выводом 5 и общим проводом переменный резистор, он будет одновременно регулировать оба порога. Однако нижний останется равным половине верхнего, "отдаляясь" от плюса напряжения питания генератора медленнее, чем верхний порог "приближается" к его минусу. Это сказывается на относительной скорости нарастания и спада напряжения на конденсаторе и приводит к изменению скважности импульсов при регулировке частоты.



Проблему удаётся решить, собрав генератор по схеме, изображённой на **рисунке**. Здесь внутренний нижний компаратор таймера DA2 заменён внешним, собранным на отдельной микросхеме DA1. Его неинвертирующий вход соединён с времязадающим конденсатором C1, а к инвертирующему входу подключён делитель напряжения из резисторов R2, R3, R6—R8, задающий порог срабатывания. При разомкнутой цепи переменного резистора R7 или при его очень большом сопротивлении порог срабатывания компаратора DA1 точно такой же, как у отключённого внутреннего компаратора таймера DA2 — 1/3 напряжения питания. Этого равенства добиваются подстроечным резистором R3. Уменьшая сопротивление переменного резистора R7, симметрично относительно половины напряжения питания сближают пороги верхнего компаратора таймера DA2 и внешнего компаратора DA1. В результате частота импульсов растёт, а их скважность, установленная переменным резистором R4, остаётся неизменной.

Нужно сказать, что в первом варианте генератора, схему которого я опубликовал на форуме интернет-портала KAZUS.RU **<http://kazus.ru/forums/showthread.php?t=94852>**, резистор R6 отсутствует. Но, как выяснилось, без него не удаётся добиться полной симметрии порогов, мешает имеющийся внутри таймера соединённый с его выводом 5 делитель напряжения, формирующий из верхнего порога нижний. Резистор R6, сопротивление которого равно сумме сопротивлений резисторов этого делителя, компенсирует его влияние, делая симметричной полную схему формирования порогов.

Субъективно качество балансировки можно оценить, подключив между выводом 3 таймера и общим проводом вольтметр постоянного напряжения. Его показания должны зависеть только от положения переменного резистора R4. При регулировке частоты переменным резистором R7 они изменяться не должны. Этого добиваются с помощью подстроечного резистора R3. Если частота импульсов настолько низка, что стрелка вольтметра колеблется им в такт, следует подключить вольтметр к таймеру через интегрирующую RC-цепь с достаточно большой постоянной времени или временно повысить частоту импульсов, установив конденсатор C1 меньшей ёмкости.

При указанных на схеме номиналах элементов и напряжении питания 15 В переменный резистор R7 регулирует частоту импульсов приблизительно от 50 до 830 Гц. Однако снижение напряжения питания до 5 В ведёт к уменьшению частоты почти в два раза. В связи с этим желательно питать генератор стабилизированным напряжением.

Нагрузочная способность выхода таймера NE555 позволяет напрямую управлять довольно мощными исполнительными устройствами и ключевыми элементами. Это обстоятельство, а также возможность независимого регулирования частоты и скважности может обусловить широкий спектр применения генератора.

тел. 607-88-18 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

Smartmodule
интеллектуальные модули

SVH0001



Миниатюрный цифровой встраиваемый **ВОЛЬТМЕТР** постоянного тока
Диапазоны: 0..99,9 В / 0..9,99 В
Ультраяркие индикаторы

SVL0002



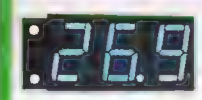
Цифровой встраиваемый **ВОЛЬТМЕТР** постоянного тока
Диапазон: 0..99,9 В
Дисплей: LCD

SAL0006



Цифровой **мультидиапазонный** **АМПЕРМЕТР** постоянного тока
Пределы измерений: от 1 мкА до 1000 А
Режимов работы: 20. Пределов измерений: 60

SAH0012



Миниатюрный цифровой встраиваемый **АМПЕРМЕТР** постоянного тока
Диапазоны: 0..50,0 А / 0..200 А
Ультраяркие индикаторы

SVAL0013



Цифровой встраиваемый **ВОЛЬТМЕТР +АМПЕРМЕТР** постоянного тока
Диапазоны: 0..9,99 В, -999..999 мА
0..99,9 В, -9,99..9,99 А
0..99,9 В, -50,0..50,0 А

SHL0019



СВЕТОДИОДНАЯ ЛИНЕЙКА
Линейка на алюминиевой подложке, содержит 24 высокоэффективных светодиода
12 В, 6 Вт, 450 мм, 3 цвета

STH0014



Миниатюрный цифровой встрвиваемый **ТЕРМОМЕТР** с выносным датчиком
Ультраяркие индикаторы
Диапазон: -55..125 °С
Длина кабеля: 5 м
Питание: 7..35 В
Простота подключения
Защита от переполюсовки

SDC0009



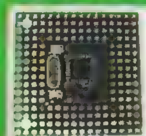
КОНТРОЛЛЕР РАЗРЯДА аккумулятора
Программируемый контроллер разряда защитит аккумулятор от переразряда
Программируемое напряжение: 4..25,5 В

SCD0011



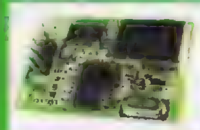
КОНТРОЛЛЕР ЗАРЯДА аккумулятора
Позволяет правильно и безопасно заряжать аккумуляторы.
Программируемое напряжение: 0,1..25,5 В

SEM0007



Модуль EVOLUTION START
Плата с микроконтроллером - быстрый старт для разработки устройств на микроконтроллерах AVR ATMEGA

SEM0010



Модуль EVOLUTION LIGHT
Плата с микроконтроллером - содержит контроллер, кварцевый резонатор 16МГц + 2 конденсатора 18пФ, макетное поле, контакты ISP программирования

SPA0008



USB ПРОГРАММАТОР AVR-контроллеров
Для программирования AVR-контроллеров через USB-порт из среды Algorithm Builder

SHL0015

СТРОБОСКОП светодиодный
Диапазон рабочих напряжений: 11..18 В
Защита от переполюсовки
Пять цветов

SHL0020



R
G
B
W
UV
IR

Светодиодная матрица и управляющий драйвер
Матрица из 18 суперярких светодиодов + преобразователь напряжения со стабилизатором тока

Smartmodule
интеллектуальные модули

СПРАШИВАЙТЕ В МАГАЗИНАХ!

www.smartmodule.ru

Стабилизированный блок питания для паяльников

К. МОРОЗ, г. Белебей, Башкортостан

Для уменьшения изменения температуры стержня паяльника при колебаниях напряжения сети автор предлагает стабилизировать напряжение на нагревательном элементе. Стабилизатор собран на основе фазового регулятора на микросхеме КР1182ПМ1А. Работоспособность блока сохраняется при снижении напряжения сети до 160 В.

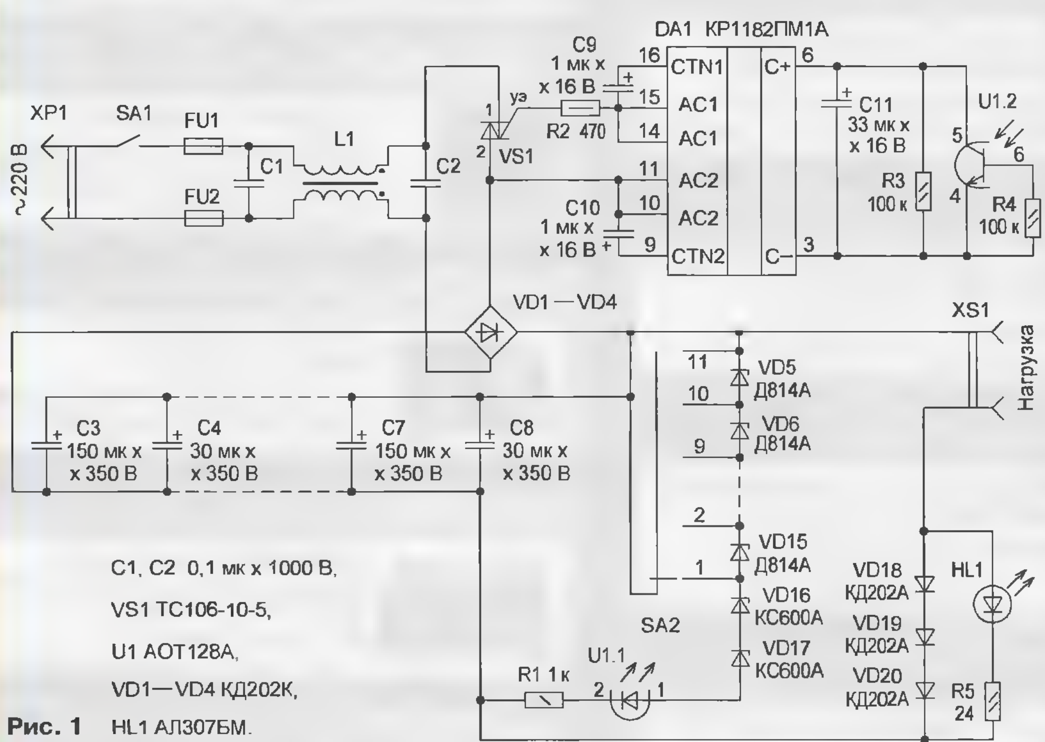
В мастерской радиолюбителя необходимы паяльники различной мощности. Паяльник на 10...15 Вт применяют для пайки самых мелких деталей, на 25 Вт — при монтаже печатных плат. Паяльников мощностью 40 Вт может быть несколько, с разной формой жала. Они применяются как для монтажа, так и для демонтажа деталей. Паяльник мощностью 100 Вт используется для массивных деталей. Приобретают паяльники обычно в разное время, разных производителей, и ведут они себя при номинальном напряжении сети 220 В по-разному: одни перегреваются, другие работают с недогревом. Выполнить высококачественную пайку и в том, и в другом случаях невозможно. Колебания напряжения в наших электрических сетях порой не укладываются в предписанный стандартом интервал. Мощность 40-ваттного паяльника, например, варьируется при этом от 29 до 48 Вт. Естественно, изменяется и температура паяльного стержня. Работа с паяльником при этом требует различных ухищрений. Об актуальности проблемы свидетельствует большое число публикаций на эту тему в журнале "Радио".

Мной был разработан стабилизированный блок питания, поддерживающий оптимальное напряжение для паяльника или подобной нагрузки мощностью от 10 до 250 Вт при изменении сетевого напряжения от 160 до 250 В. Он позволяет оперативно устанавливать нужную температуру нагрева как в процессе работы, так и при смене паяльника (нагрузки). На **рис. 1** приведена схема предлагаемого блока. Он содержит мостовой сетевой выпрямитель на диодах VD1—VD4, сглаживающие конденсаторы C3—C8, управляемый оптопарой U1 фазовый регулятор на микросхеме DA1 [1, 2] и симисторе VS1, стабилитроны VD5—VD17 для управления оптопарой. Входной сетевой фильтр C1L1C2 снижает уровень помех, возникающих при работе устройства и проникающих в сеть. В розетку XS1 включают паяльник.

Рассмотрим работу блока при подаче выключателем SA1 напряжения сети. Конденсатор C11 начинает заряжаться, и напряжение на его выводах увеличивается, соответственно увеличивается угол открытого состояния фазового регулятора DA1 [1] и симистора VS1. Выпрямленное диодным мостом VD1—VD4 напряжение на конденсаторах C3—C8 фильтра также начинает увеличиваться. При достижении напряжения стабилизации через стабилитроны VD5—VD17 и излучающий диод U1.1 оптопары начинает протекать ток. Фототранзистор U1.2 открывается, разряжая конденсатор C11. Его разрядка приводит к уменьшению угла открытого состояния фазового регулятора. Конденсаторы C3—C8 начинают разряжаться через паяльник. Напряжение на них снижается, как и ток через стабилитроны VD5—VD17 и излучающий диод U1.1 оптопары, опять увеличивается угол открытого состояния фазового регулятора DA1, далее процесс повторяется. Среднее значение выходного напряжения будет зависеть от положения переключателя SA2. Положение переключателя задаёт число подключённых стабилитронов. Изменяя число стабилитронов, можно регулировать напряжение, подаваемое на паяльник, и тем самым устанавливать его температуру. Она будет независимой от напряжения сети. Шаг регулировки определяется напряжением стабилизации стабилитронов VD5—VD15 и для Д814А равен 7,5 В. Применив другие стабилитроны, шаг регулировки можно изменить. На диодах VD18—VD20, светодиоде HL1 и резисторе R5 собран узел индикации. Протекающий через паяльник ток создаёт на этих диодах падение напряжения, достаточное для свечения светодиода HL1, которое свидетельствует о наличии выходного напряжения и исправности паяльника.

Блок собран навесным монтажом. На отрезке универсальной макетной платы установлен сетевой фильтр C1L1C2, микросхема DA1 с необходимыми для её работы элементами, стабилитроны VD16, VD17, резистор R2 и оптопара U1. Стабилитроны VD5—VD15 смонтированы на выводах переключателя SA2. Устройство помещено в жестяной корпус (**рис. 2**) размерами 140×220×60 мм от кондитерских изделий. На передней панели размещены выключатель SA1, переключатель SA2, светодиод HL1 и розетка XS1. Корпус покрашен термостойкой эмалью и используется как подставка для паяльника, поэтому на его крышке расположена опора для паяльника и чашки для канифоли, припоя, изготовленные из деталей телефонного аппарата с электромеханическим звонком.

Размеры корпуса таковы, что можно не ограничивать себя в выборе размеров деталей. Конденсаторы C3—C8 — К50-12 от старой телевизионной аппа-



C1, C2 0,1 мк x 1000 В,
VS1 ТС106-10-5,
U1 АОТ128А,
VD1—VD4 КД202К,
HL1 АЛ307БМ.

Рис. 1

ратуры, подойдут любые суммарной ёмкостью 500—800 мкФ на напряжение не менее 350 В. Диоды VD1—VD4 должны выдерживать обратное напряжение не менее 400 В и прямой ток не менее 2 А, VD18—VD20 — прямой ток не менее 1,5 А. Светодиод HL1 необходимо подобрать с прямым напряжением 1,8...2 В, при большем в цепь VD18—VD20 добавляют ещё один диод КД202А. Переключатель SA2 — 11П1Н-ПМ, выключатель SA1 — любой с коммутируемым током не менее 2 А. Плавкие вставки FU1, FU2 на ток 5 А, 250 В. Маломощные стабилитроны могут быть как отечественные, так и импортные, как в металлических, так и в стеклянных корпусах. Вместо стабилитронов КС600А можно применить цепь из других с суммарным напряжением стабилизации 180...200 В, например, четыре стабилитрона КС551А. Вместо стабилитронов Д814А — с напряжением стабилизации от 6 до 9 В, например, КС162А—КС191А. Оптопара U1 — АОТ128 с любым буквенным индексом или импортная 4N25—4N35. Симистор VS1 — на напряжение не ниже 500 В и ток 10 А. Дроссель L1 применён готовый от телевизора УПИМЦТ. Конденсаторы С1, С2 сетевого фильтра — К78-2. Конденсаторы К73-17 применять нежелательно из-за их недостаточно надёжной работы в сетевых цепях. Резисторы и остальные конденсаторы могут быть любые.


Рис. 2

Налаживания блок не требует, при необходимости следует подобрать оптимальное напряжение для каждого имеющегося паяльника. Изменяя переключателем SA2 напряжение, определяют положение, при котором температура паяльного стержня оптимальна. После каждого переключения необходимо дать выдержку 5...10 мин, чтобы стержень окончательно прогрелся. Для каждого паяльника изготавливают бирку, на которой пишут оптимальное положение переключателя. Весьма удобно её прикрепить к ручке паяльника прозрачной липкой лентой. Это позволит оперативно устанавливать в процессе работы оптимальное положение переключателя SA2 для каждого паяльника, быстро меняя их в случае необходимости.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Немич А.** Микросхема КР1182ПМ1 — фазовый регулятор мощности. — Радио, 1999, № 7, с. 44—46.

2. **Нечаев И.** Регуляторы мощности на микросхеме КР1182ПМ1. — Радио, 2000, № 3, с. 53, 54.

Симисторный регулятор мощности и автомат управления освещением

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Генератор импульсов на симметричном динисторе DB3, описанный в статье "Из деталей энергосберегающих люминесцентных ламп" ("Радио", 2012, № 6, с. 26), можно применить для управления симистором и собрать на этой основе ещё два устройства: регулятор мощности нагревательных приборов (паяльник, сушка для обуви) или светильников с лампами накаливания и автомат управления освещением. Как и в описанных ранее конструкциях, значительная часть применённых в них деталей от КЛЛ (компактных люминесцентных ламп).

Схема регулятора мощности с фазоимпульсным управлением показана на **рис. 1**. На симметричном динисторе VS1, резисторах R1, R2 и конденсаторе С3 собран генератор импульсов. Симистор VS2 обеспечивает подачу сетевого напряжения на нагрузку. Фильтр C1L1C2 подавляет помехи, возникающие при переключении симистора VS2. Наличие этого фильтра крайне желательно.

Регулятор работает следующим образом. При подключении его к сети начинается зарядка конденсатора С3, скорость которой зависит от сопротивления резисторов R1 и R2. В момент, когда напряжение на конденсаторе достигает значения около 32 В, открывается динистор VS1 и конденсатор быстро разряжается через него, резистор R3 и управляющий электрод симистора VS2. Так формируется импульс тока, открывающий симистор. Благодаря применению симметричного динистора импульс формируется при любой полярности сетевого напряжения. Переменным резистором R1 можно изменять момент появления импульса по отношению к началу каждого полупериода сетевого напряжения, регулируя тем самым напряжение, а значит, и мощность, поступающую в нагрузку. При указанных на схеме номиналах элементов R1, R2 и С3 интервал регулирования напряжения — 150...220 В. Расширить его можно применением конденсатора С3 большей ёмкости или переменного резистора R2 большего сопротивления.

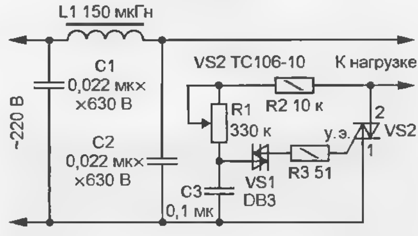


Рис. 1

Все детали устройства монтируют на печатной плате, чертёж которой изображён на **рис. 2**. Постоянные резисторы — С2-23, МЛТ, переменный — СП4-1, СПО. Конденсаторы С1, С2, дроссель L1 и динистор VS1 от КЛЛ. Номинальное напряжение конденсатора С3 должно быть не менее 50 В (подойдут, например, КМ-5, К10-17 любой группы по ТКЕ, кроме Н90). Поскольку максимальный ток применяемого в КЛЛ дросселя

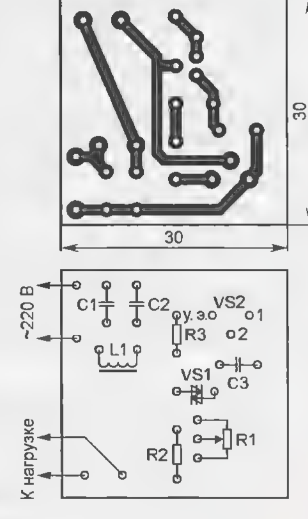


Рис. 2

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

всего 300...400 мА, мощность нагрузки регулятора не должна превышать 60...80 Вт. Если же она больше, следует использовать дроссель с соответствующим значением предельного тока, например, RLB1314-220KL (индуктивность — 22 мкГн, ток — до 2,2 А), RLB1314-330KL (соответственно 33 мкГн и 1,8 А) фирмы Bourns. Их габариты больше, чем у используемого в КЛЛ, но места на плате для любого из них достаточно. При мощности нагрузки до 200 Вт симистор VS2 может работать без теплоотвода. Переменный резистор закрепляют на плате термоклеем. Внешний вид смонтированного устройства показан на **рис. 3**. Небольшие размеры позволяют встроить его в корпус настольной лампы.

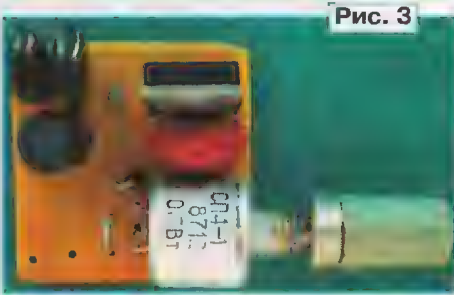
Если в состав генератора на динисторе ввести светочувствительный узел, можно собрать автомат управления осветительными приборами на основе ламп накаливания (**рис. 4**). Такое устройство (по сути, фотореле) включит освещение при наступлении сумерек и выключит на рассвете. Сетевое напряжение подводится к выпрямительному мосту VD1—VD4 через помехоподавляющий фильтр C1L1C2. Выпрямленное напряжение через диод VD5 поступает на сглаживающий конденсатор C3, к которому подключен светочувствительный делитель напряжения, состоящий из резисторов R1, R4 и фоторезистора R7. Совместно с конденсатором C5 и симметричным динистором VS1 этот делитель образует релаксационный генератор импульсов.

В светлое время суток, когда сопротивление фоторезистора R7 мало, напряжения на конденсаторе C5 недостаточно для открывания динистора, поэтому генератор не работает, тринистор VS2 закрыт и осветительные приборы, подключенные к розетке XS1, обесточены. По мере уменьшения естественной освещённости сопротивление фоторезистора растёт и напряжение на конденсаторе C5 увеличивается. Когда оно достигает примерно 32 В, генератор начинает работать, формируемые им импульсы открывают тринистор VS2 и он подключает нагрузку к выпрямителю.

С рассветом процесс протекает в обратной последовательности: увеличение освещённости приводит к уменьшению сопротивления фоторезистора и напряжения на конденсаторе C5, и когда оно становится меньше 32 В, генератор на динисторе прекращает работу, симистор закрывается и осветительные приборы гаснут.

Для того чтобы включение и выключение освещения происходило чётко, в устройство введён узел, состоящий из транзистора VT1, резисторов R2, R3, R5, R6, конденсатора C4 и диода VD6. С помощью транзистора изменяется коэффициент деления светочувствительного резистивного делителя, обеспечивая гистерезис при включении и выключении. Как видно, резисторы R2, R3 и R5 шунтируют фоторезистор R7 (нижнее плечо делителя) постоянно, а подстроечный резистор R6 — только в то время, когда транзистор открыт. В светлое время суток генератор не работает, конденсатор C4 заряжен, транзистор VT1 открыт и резистор R6 шунтирует фоторезистор R7, понижая напряжение на нём.

С уменьшением освещённости сопротивление фоторезистора и напряжение на нём растут. Когда генератор начинает работать, симистор VS2 открывается, включая освещение, и конденсатор C4 быстро разряжается через него и диод VD6. Это приводит к закрыванию транзистора VT1 и увеличению сопротивления нижнего плеча делителя напряжения, а значит, к более чёткому переключению устройства. С ростом освещённости напряжение на фоторезисторе уменьшается и в какой-то момент генератор перестаёт работать, конденсатор C4 заряжается через резистор R5, транзистор VT1 открывается и напряжение на фоторезисторе уменьшается ещё больше.


Рис. 3

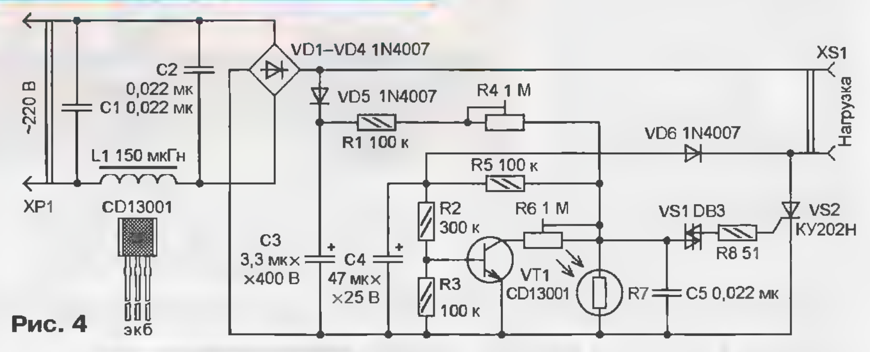
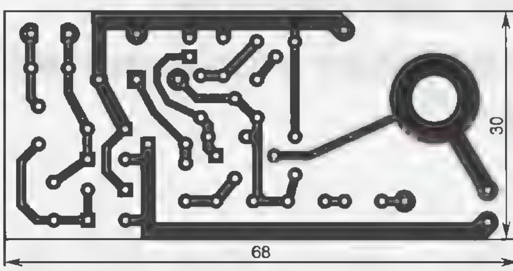


Рис. 4



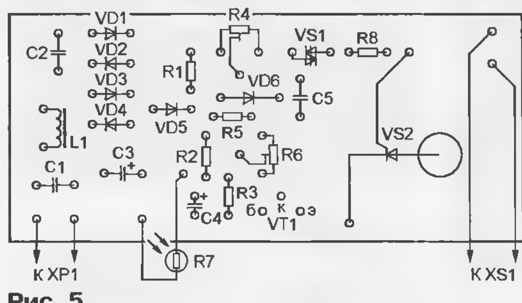


Рис. 5

Все детали, кроме фоторезистора, монтируют на печатной плате, чертёж которой представлен на **рис. 5**. Постоянные резисторы — С2-23, подстроечные — СП3-19, конденсаторы C3, C4 — оксидные импортные, остальные — плёночные от КЛЛ, но C5 может быть и керамическим, например КМ-5. Фоторезистор R7 — серии VT900 с темновым сопротивлением не менее 1 МОм. Вместо тринистора КУ202Н можно применить КУ202М, КУ201Л или симистор ТС106-10.

Плату необходимо установить в корпус из изоляционного материала, а фоторезистор соединить с ней проводами в надёжной изоляции. Для защиты от воздействия окружающей среды фоторезистор желательно поместить в небольшой прозрачный пластмассовый или стеклянный футляр (например, во флакон от лекарства). Его также следует защитить от прямых солнечных лучей и света от осветительных приборов.

Всё сказанное ранее о зависимости мощности нагрузки от допустимого тока дросселя L1 полностью относится и к данному автомату: при использовании дросселя от КЛЛ она не должна превышать 60...80 Вт, в противном случае его необходимо заменить более сильноточным. Необходимо также учесть, что максимальная мощность нагрузки ограничена и допустимым током выпрямительного моста: её предельное значение при использовании диодов 1N4007 (средний прямой ток — 1 А) — 400 Вт. При мощности нагрузки до 200 Вт теплоотвод для тринистора не обязателен.

Налаживание устройства сводится к установке порога включения (выключения) нагрузки и гистерезиса. Порог срабатывания устанавливают подстроечным резистором R4 (при этом движок резистора R6 должен находиться в среднем положении), гистерезис — резистором R6 (минимальное значение — в правом — по схеме — положении его движка). Порог срабатывания автомата зависит от напряжения сети, но для такого устройства это не принципиально.

Следует помнить, что все элементы описанных в статье устройств находятся под напряжением сети, поэтому при налаживании и эксплуатации необходимо строго соблюдать правила техники электробезопасности.

Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru тел. 608-28-38

Часы-будильник и термометр с бегущей строкой на шестнадцатиэлементных индикаторах

В. БАЛАНДИН, с. Петровское Тамбовской обл.

На страницах журнала неоднократно публиковались всевозможные варианты и термометров, и часов, причём даже со светодиодными матрицами в качестве индикаторов. Но конструкции с использованием шестнадцатиэлементных светодиодных индикаторов встречаются крайне редко. Автор решил ликвидировать этот пробел.

В предлагаемом устройстве используются символьные светодиодные шестнадцатиэлементные индикаторы PSA08-11 с общими анодами. Выбор пал именно на них из-за невысокой стоимости, большого размера отображаемого символа и высокой яркости. Для того чтобы выводить максимум полезной информации, текст перемещается справа налево. На шести знакоместах поочерёдно отображаются текущее время, температура в помещении, температура вне его, число, день недели и месяц прописью, например, "18 МАРТА ЧЕТВЕРГ".

Счёт времени ведёт микросхема DS1307. Она представляет собой часы реального времени (Real Time Clock — RTC) со встроенным календарём. При выключенном общем питании эта микросхема продолжает работать от резервного источника — литиевого элемента CR2032 напряжением 3 В. Поскольку при отсутствии внешних обращений потребляемый микросхемой DS1307 ток не превышает 300 нА, счёт времени в таком режиме может продолжаться до десяти лет. Тактовый генератор этой микросхемы построен с применением внешнего кварцевого резонатора частотой 32768 Гц, что обеспечивает высокую точность хода. Микросхема отсчитывает секунды, минуты, часы, дни месяца (с учётом високосных лет), месяцы, дни недели и годы. Её календарь действителен до 2100 г. Более подробную информацию о ней можно получить в [1].

Для измерения температуры в устройстве применены цифровые термодатчики LM75, имеющие погрешность не более 2 °С в интервале температуры от −25 до +100 °С. Более подробную информацию о них можно найти в [2].

Схема основной платы часов показана на **рис. 1**. Все функции, за исключением счёта времени, выполняет микроконтроллер DD2 (PIC16F873A-20I/P), тактируемый встроенным генератором с кварцевым резонатором ZQ2. Для управления устройством предназначены кнопки SB1—SB5. Когда их контакты разомкнуты, резисторы R4—R8 обеспечивают высокий логический уровень на соответствующих входах микроконтроллера. Резистор R11 поддерживает высокий уровень на входе начальной установки микроконтроллера, предотвращая перезапуск программы случайными помехами.

Для питания часов необходим стабилизированный источник напряжения 5 В с максимальным током нагрузки не менее 600 мА. Его подключают к разъёму XS1. В авторском варианте исполь-

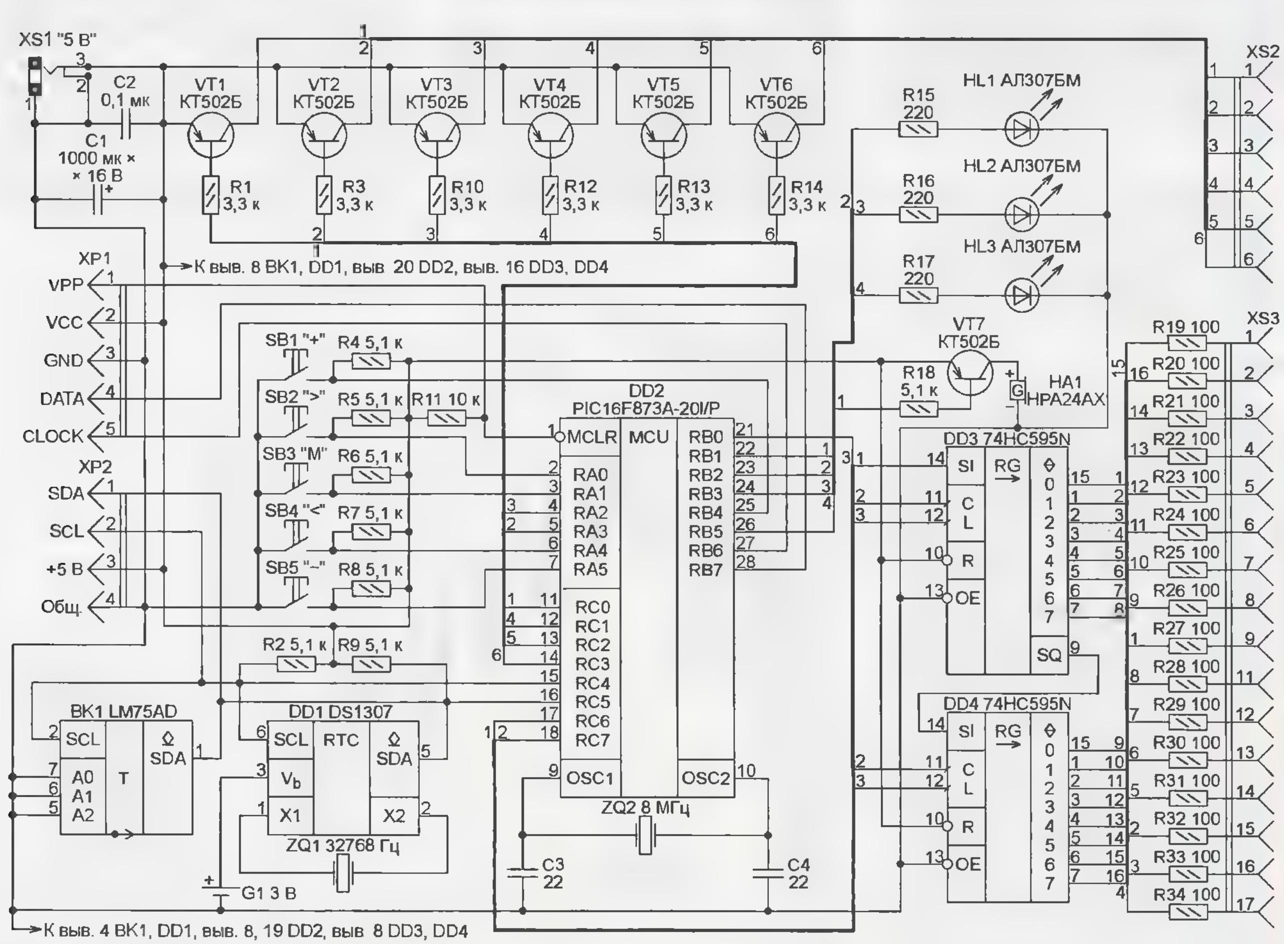


Рис. 1

зуется зарядное устройство от сотового телефона. Конденсаторы C1 и C2 — сглаживающие, причём ёмкость конденсатора C1 должна быть не менее 1000 мкФ.

В часах предусмотрен будильник. Его звуковой сигнал подаёт пьезоизлучатель со встроенным генератором HA1 (HPA24AX). По сигналам микроконтроллера им управляет ключ на транзисторе VT7. Подбирая резистор R18 в цепи базы этого транзистора, можно в некоторых пределах регулировать громкость звука.

Для индикации режимов работы предназначены светодиоды HL1—HL3 красного цвета свечения. Их яркость изменяют, подбирая резисторы R15—R17.

Для программирования микроконтроллера, установленного на плату, на ней имеется разъём XP1. На время выполнения этой операции к нему присоединяют программатор, например, PICkit2, EXTRAPIC или другой подобный [3]. В действующем устройстве этот разъём не нужен. Его можно не устанавливать, если до монтажа на плату запрограммировать микроконтроллер в панели программатора.

Программирование микроконтроллера заключается в загрузке программного кода из HEX-файла в его FLASH-память. Для этого требуется управляющая программатором программа, например WinPic800, которая находится в свободном доступе по адресу **http://www.winpic800.com//descargas/WinPic800.zip** в сети Интернет. Подробную инструкцию по программированию микроконтроллера также можно прочитать в [3].

XS4
BK2 LM75AD
SCL SDA A0 A1 A2 T VCC GND
SDA SCL +5 В Общ.

Рис. 2

Для упрощения программы микроконтроллера и устройства в целом микросхема RTC DD1 и датчики температуры BK1 и BK2 связаны с микроконтроллером по одной и той же шине I^{2}C. Датчик BK2 подключают к разъёму XP2 кабелем длиной до нескольких метров по схеме, изображённой на **рис. 2**.

Резисторы R2 и R9 соединяют линии SCL и SDA шины I^{2}C с плюсом питания, поддерживают на них высокий уровень в паузах передачи информации, как того требует спецификация шины. Более подробно об использовании этой шины можно узнать из [4]. Адресные входы датчиков температуры BK1 и BK2 по-разному соединены с плюсом питания и общим проводом, что даёт микроконтроллеру возможность программно различать датчики.

Шестнадцатиразрядные параллельные коды для вывода информации на индикаторы образуются на выходах микросхем DD3 и DD4. Микроконтроллер DD2 заносит информацию в эти микросхемы последовательным кодом, используя для этого всего три линии своих портов B и C. Установив на линии RC6 и информационном входе сдвигового регистра микросхемы DD3 уровень, соответствующий значению (0 или 1) очередного разряда кода, он формирует на линии RC7 и тактовых входах обеих микросхем нарастающий перепад уровня. При этом уже содержащийся в соединённых последовательно сдвиговых регистрах код перемещается на одну позицию в сторону старшего разряда регистра DD4, а в освободившийся младший разряд регистра DD3 записывается значение, установленное микроконтроллером на его входе.

После шестнадцати таких операций весь код записан в образованный микросхемами DD3 и DD4 шестнадцатиразрядный сдвиговый регистр. Однако на выходах микросхем этот код ещё не появился, на них продолжает действовать тот, что был выведен в предыдущем цикле. Чтобы обновить состояние выходов, микроконтроллер формирует нарастающий перепад уровня на своей линии RB0 и входах записи кода из сдвиговых регистров микросхем DD3 и DD4 в их регистры хранения. Более подробно с работой микросхемы преобразователя последовательного кода в параллельный 74HC595 можно ознакомиться, прочитав [5].

После записи кода в микросхемы DD3 и DD4 микроконтроллер подаёт команду включить тот из шести индикаторов, для катодов элементов которого этот код предназначен. Чтобы не перегружать выходы микроконтроллера, аноды индикаторов соединены с ними через ключи на транзисторах VT1—VT6. Схема платы индикаторов показана на **рис. 3**, а условные обозначения элементов индикатора PSA08-11SRW — на **рис. 4**. Разъёмы XP1 и XP2 платы индикаторов соединяют соответственно с разъёмами XS3 и XS2 основной платы.

Чертежи основной платы и размещения элементов на ней приведены на **рис. 5**. Она изготовлена из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита. Плата рассчитана на установку датчика температуры BK1 в корпусе DIP8, однако датчик LM75AD выпускают в корпусе SO8 для поверхностного монтажа, поэтому устанавливать его следует через плату-переходник (**рис. 6**). На рис. 5 контур переходника показан штрихпунктирной линией. В соответствующие отверстия переходника и платы вставляют и пропаивают с обеих сторон отрезки провода. Можно, конечно, изменив топологию печатных проводников на основной плате, обойтись и без переходника.

Двусторонняя печатная плата индикаторов показана на **рис. 7**. Обратите внимание, что разъёмы на ней устанавливают со стороны, противоположной той, где находятся индикаторы. При сочленении разъёмов обе платы располагаются одна над другой "этажеркой", как можно видеть на фотоснимке **рис. 8**.

Транзисторы КТ502Б можно заменить любыми той же серии. Вместо светодиодов АЛ307БМ подойдут и другие маломощные красного цвета свечения, например АЛ310А.

Правильно собранное устройство с корректно запрограммированным микроконтроллером в налаживании не нуждается и начинает работать сразу после включения.

После подачи питания первым на индикаторы выводится приветствен-

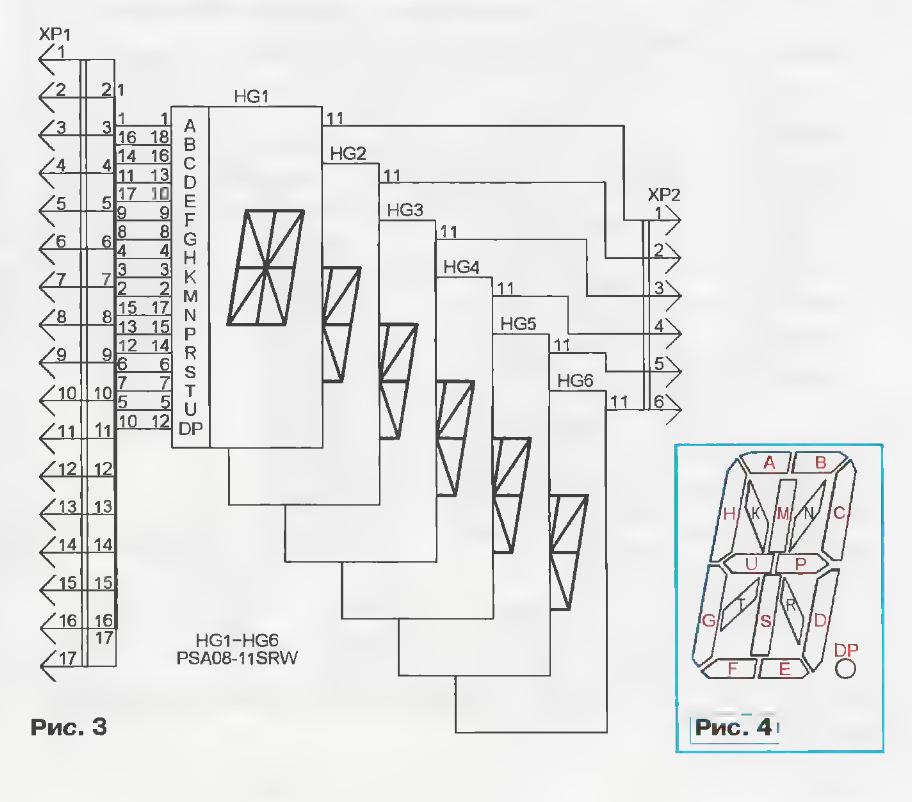
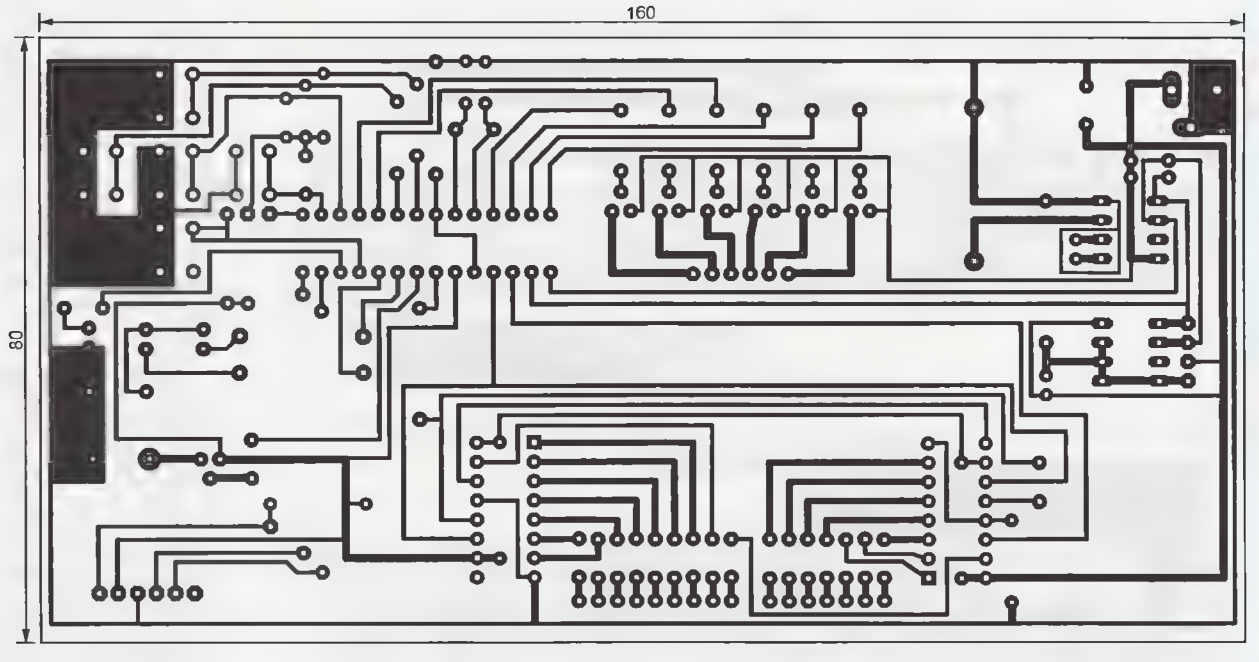


Рис. 3

Рис. 4



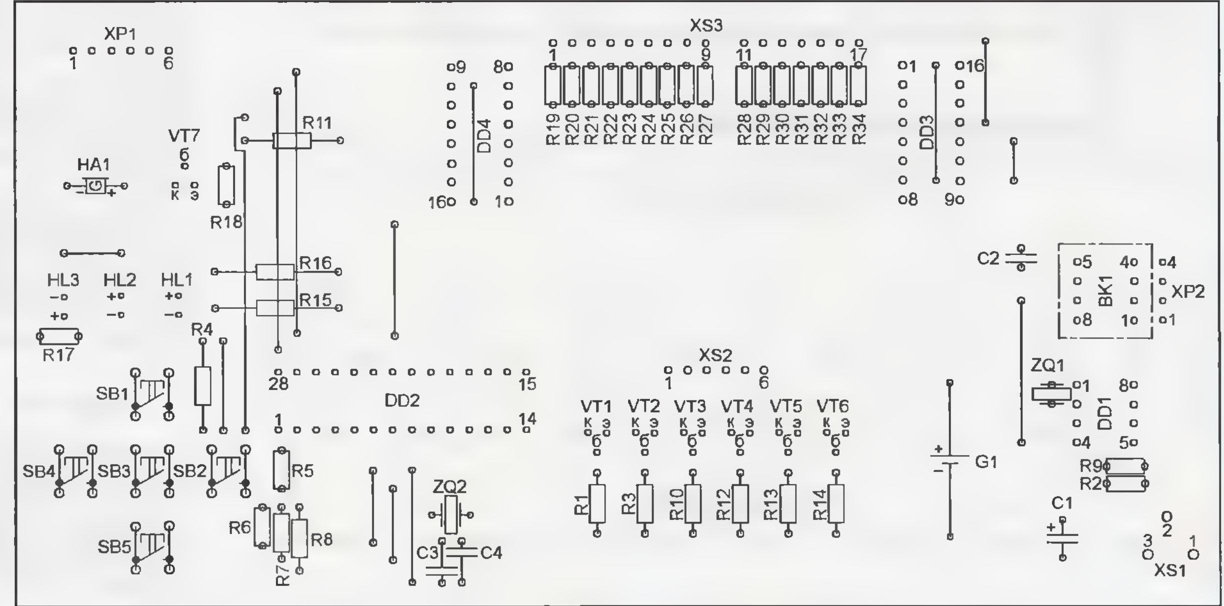


Рис. 5

ное сообщение. За ним следует время в 12- или 24-часовом формате, который можно выбрать в соответстеующем пункте меню. Далее бегущая строка с текущим временем на 10 с останавливается. По их истечении выводятся температура в помещении (показания датчика ВК1), температура на улице (показания датчика ВК2) и выдерживается ещё одна десятисекундная пауза, в течение которой индикатор показывает уличную температуру. После этого выводится число, за ним месяц и день недели прописью, после чего цикл (за исключением приветственного сообщения) повторяется.

Для установки текущего времени и других параметров переходят в режим

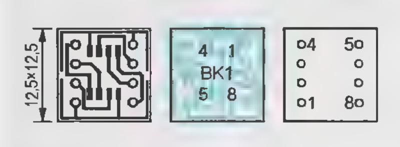
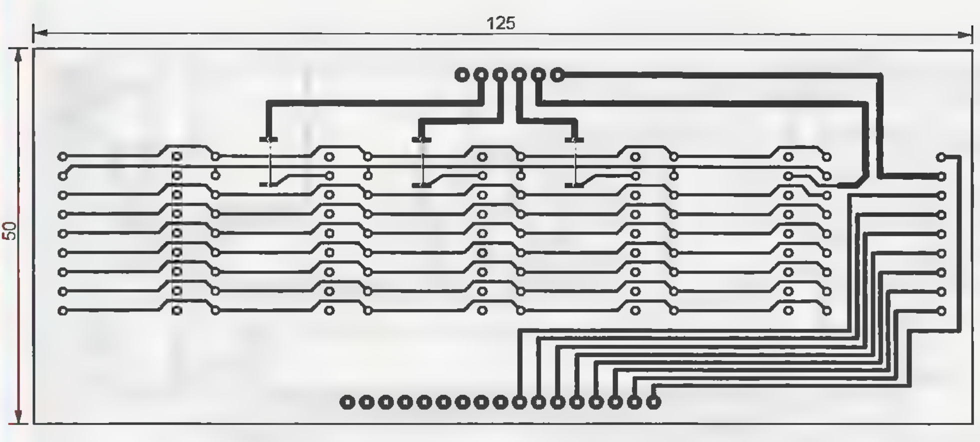


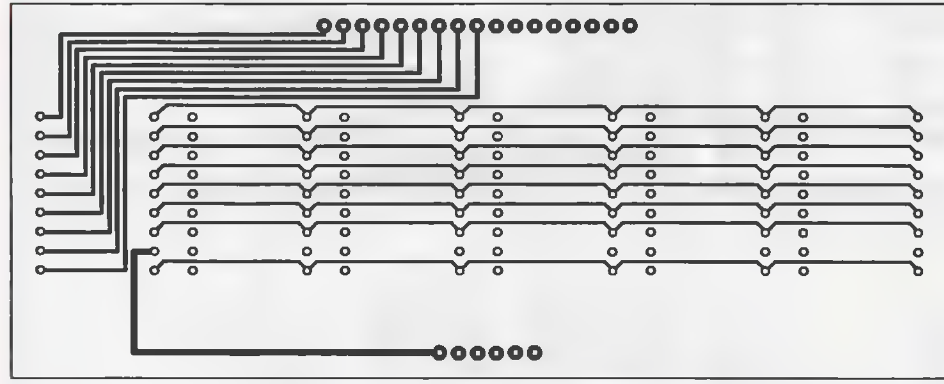
Рис. 6

"Меню" кратковременным нажатием на кнопку SB3 "М". Включается светодиод HL2, показывая, что этот режим включён. На индикаторе после сообщения "НАСТРОЙКА" выводится и останавливается строка "ЧАС XX", где XX — текущее значение часа, которое можно увеличить нажатием на кнопку SB1 "+" или уменьшить нажатием на кнопку SB5 "–".

Для того чтобы перейти к следующему пункту меню, нажимают на кнопку SB2 ">". С её помощью меню можно "листать" в указанном далее порядке, с помощью кнопки SB4 "<" — в противоположном. После первого нажатия на кнопку SB2 ">" выводится строка "МИН XX", затем "ГОД 20XX" (по умолчанию 2011), далее "МЕСЯЦ XX", "ЧИСЛО XX", "ДЕНЬ НЕДЕЛИ XX", "БУД_ЧАС XX" (час срабатывания будильника), "БУД_МИН XX" (минуты срабатывания будильника).

Затем на индикаторе появляется одна из строк "БУД ВЫКЛ" или "БУД ВКЛ", отображая текущее состояние будильника. Его можно менять, нажимая на кнопку SB1 "+" или SB5 "–". Когда будильник включён, горит светодиод HL1, сигнализируя об этом.





XP1 (с обратной стороны) 1 17

HG1 HG2 HG3 HG4 HG5 HG6

1 18 9 10

XP2 (с обратной стороны) 1 6

Рис. 7



Рис. 8

Далее выводится строка "ФОРМАТ XX", где XX равно 12 или 24 в зависимости от выбранного нажатиями на кнопку SB1 "+" или SB5 "–" формата отображения времени. После очередного нажатия на SB2 ">" выводится строка "ПОКА", выключается светодиод HL2, часы переходят в обычный рабочий режим.

Когда текущее время совпадает с заданным временем срабатывания будильника, включаются светодиод HL3 и излучатель звука HA1. Чтобы отключить световую и звуковую сигнализацию, достаточно нажать на любую кнопку. Электрический сигнал для управления внешним исполнительным устройством при необходимости можно снять с выхода RB5 микроконтроллера, к которому через резистор R17 подключён светодиод HL3.

При выключенном внешнем питании устройство продолжает счёт времени — микросхема DD1 работает от литиевого элемента G1.

ЛИТЕРАТУРА

1. DS1307 — 64 X 8 часы реального времени с последовательным интерфейсом. — <**http://www.piclist.ru/ D-DS-DSB1 "+"307-RUS/D-DS-DS1307-RUS.html**>.

2. LM75A Digital temperature sensor and thermal watchdog. — <**http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/100962/PHILIPS/LM75AD.html**>.

3. **Долгий А.** Программаторы и программирование микроконтроллеров. — Радио, 2004, № 1, с. 53.

4. **Семёнов Б. Ю.** Шина I²C в радиотехнических конструкциях. — М.: "СОЛОН-Р", 2002.

5. 74HC595; 74HCT595 8-bit serial-in, serial or parallel-out shift register with output latches; 3-state. — <**http://www.nxp.com/documents/data_sheet/74HC_HCT595.pdf**>.

***От редакции**. Программа микроконтроллера имеется по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2012/09/source.zip** на нашем FTP-сервере.*

Устройство дистанционной блокировки потребителей электроэнергии

Д. ПАНКРАТЬЕВ, г. Ташкент, Узбекистан

Современные бытовые мощные электроприборы (электрочайники, микроволновые печи, стиральные машины, калориферы, пылесосы), особенно импортные, отличаются большим потреблением тока. В результате одновременного включения нескольких подобных устройств может произойти перегрузка электропроводки с неприятными последствиями.

Предлагаемое устройство исключает возможность подключения двух наиболее мощных выбранных пользователем потребителей электроэнергии (или двух их групп). Один из них более приоритетный — ведущий, другой — ведомый. Ведущий потребитель может быть включён в любое время, а ведомый — только тогда, когда ведущий отключён. Например, электрочайник — ведущий потребитель, а микроволновая печь — ведомый. В этом случае нельзя включить микроволновую печь в то время, пока электрочайник нагревает воду.

Принцип действия устройства основан на подаче радиосигнала на отключение цепи питания ведомого потребителя, пока ток потребления ведущего превышает некоторый пороговый уровень. Основа устройства — широко распространённый дистанционный дверной радиозвонок диапазона 433 МГц. В настоящее время такие звонки широко применяются в радиолюбительских конструкциях [1—3], в том числе для управления электропитанием [4]. Радиозвонок доработан и снабжён узлом управления. Для существенного уменьшения "загрязнения" эфира использовано импульсное излучение. Дальность действия радиозвонка — несколько десятков метров в зависимости от конкретной модели и условий размещения, что достаточно для указанных целей. Автор применил радиозвонок "CONSTA NS-9688C".

Предлагаемое устройство состоит из радиопередающей и радиоприёмной частей. Первая используется на стороне ведущей нагрузки, вторая — на стороне ведомой. На **рис. 1** показана схема блока управления передатчиком звонка. Трансформатор тока T1 — датчик тока в цепи питания ведущей нагрузки. Использование этого трансформатора позволяет просто реализовать гальваническую развязку датчика [5—8].

Напряжение с вторичной обмотки трансформатора тока (около 50 мВ при токе нагрузки 10 А) проходит через разделительный конденсатор C1 на первый усилительный каскад на элементе DD1.1. Конденсатор C2 подавляет высокочастотные наводки и импульсные помехи на входе (вывод 1) элемента DD1.1. Применение логического элемента в качестве линейного усилителя вызвано стремлением наиболее полно задействовать элементы микросхемы DD1 [9].

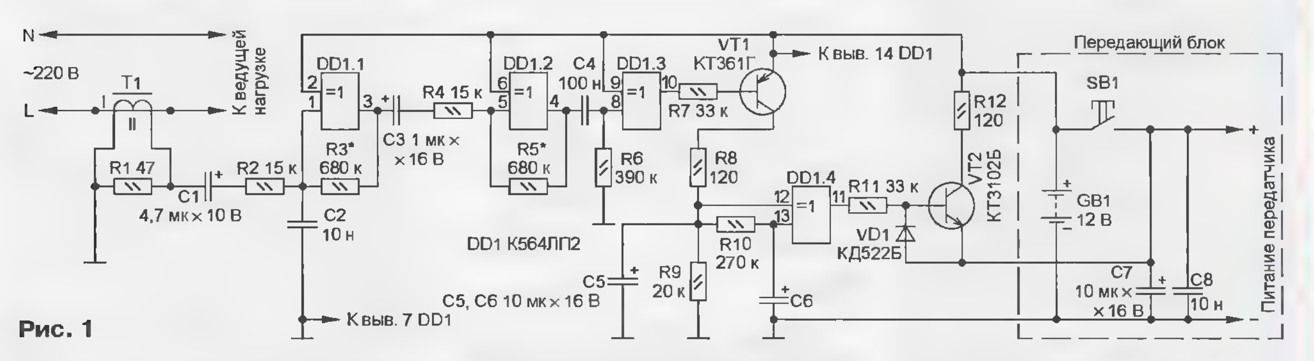


Рис. 1

Элемент "Исключающее ИЛИ" микросхемы К564ЛП2 аналогично элементам других микросхем структуры КМОП способен работать в линейном режиме как усилитель. Но для этого необходимо подать высокий уровень на один из его входов, превратив, тем самым, его в инвертор, а второй вход включить в цепь ООС. Коэффициент усиления элементов этого типа без обратной связи невелик — всего 25...30 на частоте 50 Гц. Однако этого достаточно.

Усиленный элементом DD1.1 сигнал через конденсатор C3 поступает на элемент DD1.2. Оба элемента охвачены цепями местных ООС и на частоте 50 Гц имеют коэффициент усиления 10...12 каждый. Сигнал с выхода элемента DD1.2 через конденсатор C4 поступает на формирователь прямоугольных импульсов, собранный на элементе DD1.3. Внутренний диод, соединённый катодом с выводом 8, а анодом — с общим проводом микросхемы DD1, открывается во время импульсов отрицательной полярности и закрывается во время импульсов положительной полярности, тем самым детектирует усиленный сигнал.

Если сигнал на входе (вывод 8) элемента DD1.3 ниже порога переключения, на выходе этого элемента — высокий уровень, транзистор VT1 закрыт, в противном случае транзистор VT1 открывается с частотой сети 50 Гц. Резистор R8 ограничивает импульсный ток коллектора транзистора VT1 на безопасном уровне. Конденсатор C5 заряжается, в результате чего на нём формируется постоянное напряжение высокого уровня в течение времени, пока включена ведущая нагрузка.

Это напряжение поступает на одновибратор на элементе DD1.4, на выходе которого формируется импульс высокого уровня длительностью 0,7R10C6 (около 1 с), что вполне достаточно для устойчивого срабатывания коммутационной части. Второй импульс той же длительности формируется при выключении ведущей нагрузки. Транзистор VT2 открывается на время этих импульсов, в результате чего напряжение питания подаётся на передатчик звонка, потребляющий ток несколько миллиампер. Диод VD1 ограничивает на безопасном уровне обратное напряжение на эмиттерном переходе транзистора VT2.

Блок управления передатчиком получает питание от батареи GB1 типоразмера 23A напряжением 12 В передающего блока радиозвонка. Вместо батареи лучше применить сетевой блок питания с выходным стабилизированным напряжением 12 В.

Выход блока управления подключают к цепям питания радиопередатчика звонка, который доработке не подвергался. SB1 — кнопка звонка — оставлена для возможности ручного дистанционного управления ведомым потребителем электроэнергии. Конденсаторы C7 и C8 установлены в передающем блоке радиозвонка. Они сглаживают импульсы тока, потребляемого передатчиком, предотвращая их воздействие на блок управления.

Приёмная часть устройства состоит из доработанного приёмника радиозвонка и коммутационного блока, схема которого показана на **рис. 2**. Блок состоит из формирователя импульсов на транзисторе VT1, D-триггера DD1.1, переключательных транзисторов VT2 и VT3, оптоэлектронного ключа переменного тока на симисторном оптроне U1, мощном симисторе VS1, резисторах

тел. 608-28-38 — Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

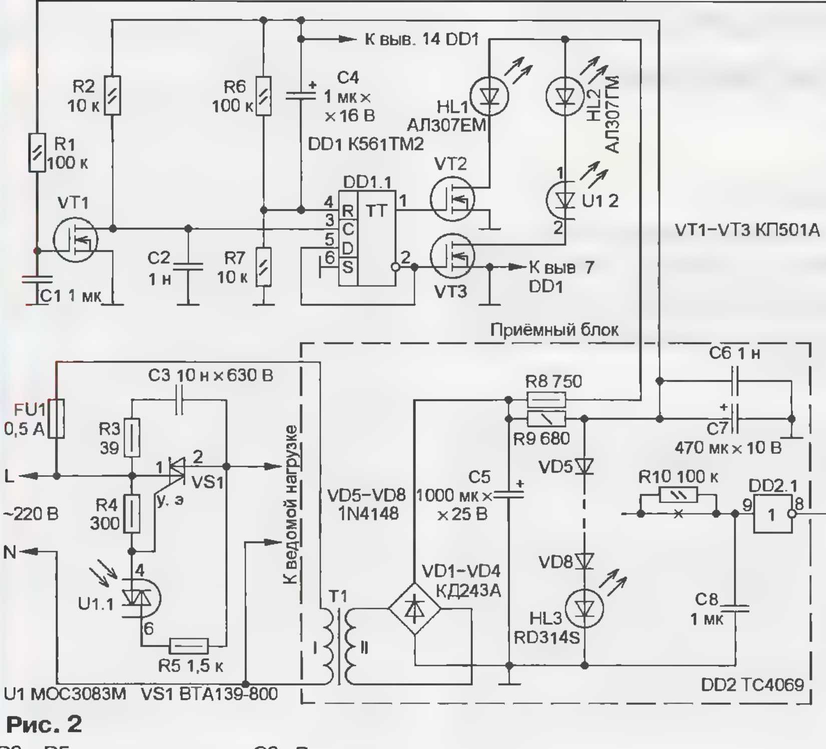


Рис. 2

R3—R5 и конденсаторе C3. Радиоприёмник дорабатывают так. С его печатной платы удаляют элементы бестрансформаторного блока питания, кроме VD5—VD8, HL3, C6, C7. На освободившееся место устанавливают новый блок питания: трансформатор T1, диодный мост VD1—VD4, сглаживающий конденсатор C5, резисторы R8 и R9. Затем разрезают печатный проводник, подходящий к выводу 9 микросхемы TC4069, между этим выводом и общим проводом устанавливают конденсатор C8, а в разрез проводника (показанный знаком "×") впаивают резистор R10. Выход радиоприёмника — вывод 8 микросхемы TC4069 соединяют с входом коммутационного блока. Несмотря на то что микросхему TC4069 выпускают в разных корпусах, число выводов и их нумерация одинаковые.

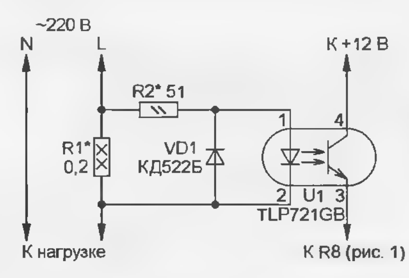


Рис. 3

Выходное напряжение нового блока питания 12...15 В подаётся на светодиоды HL1 и HL2 через токоограничивающий резистор R8. Микросхема DD1 и транзистор VT1 получают питание от параметрического стабилизатора напряжения, состоящего из резистора R9 и элементов VD5—VD8HL3, оставшихся от демонтированного бестрансформаторного сетевого блока питания радиозвонка. Светодиод HL3 использован ещё и как индикатор наличия напряжения сети и исправности блока питания. В использованном автором радиозвонке применён светодиод RD314S (HL3 на рис. 2), а цепь VD5—VD8 содержит четыре диода. В некоторых других радиозвонках может быть цепь из двух или трёх последовательно соединённых диодов, в таком случае напряжение параметрического стабилизатора может находиться в пределах 3,3...4,5 В. Это напряжение питает транзистор VT1 и микросхему DD1. Её неиспользуемые входы подключены к общему проводу.

После подачи напряжения питания элементы C4, R6, R7 формируют импульс, устанавливающий триггер DD1.1 в состояние с низким уровнем на выводе 1. Транзистор VT2 закрыт, светодиод HL1 погашен. Транзистор VT3 открыт, ток его стока протекает через излучающий диод оптрона U1.2, в результате чего оптосимистор U1.1 и симистор VS1 открыты. Ведомая нагрузка, подключённая к выходу устройства, может быть подключена к сети, о чём сигнализирует горящий светодиод HL2.

При включении ведущей нагрузки импульс низкого уровня с выхода радиоприёмника через цепь R1C1 поступает на затвор транзистора VT1, в результате чего этот транзистор закрывается. Цепь R1C1 и аналогичная цепь, добавленная в приёмник, о которой сказано выше, предотвращают ложные срабатывания устройства от помех. Импульс высокого уровня со стока VT1 поступает на вход C триггера DD1.1 и переключает его. Транзистор VT2 открывается, а VT3 закрывается. Светодиод HL2 гаснет. Оптосимистор U1.1 и симистор VS1 закрываются. При этом ведомая нагрузка обесточена, о чём сигнализирует включённый светодиод HL1. При необходимости состояние устройства можно изменить на обратное, вручную нажимая на кнопку радиозвонка SB1.



Рис. 4

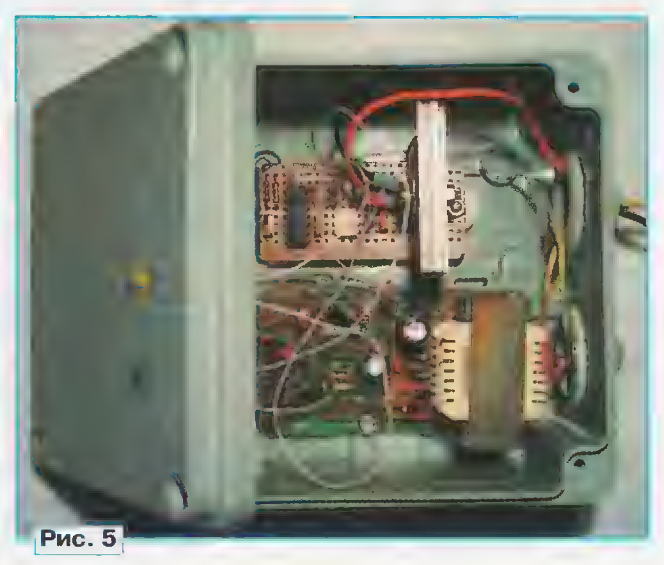


Рис. 5

Трансформатор тока Т1 (см. рис. 1) изготовлен на основе катушки реле РЭС10 (исполнение РС4.529.031-05), которая использована как вторичная обмотка (II). Можно также использовать реле исполнений РС4.529.031-12 и РС4.529.031-20. Размер катушки позволяет поместить её непосредственно в розетке питания мощного потребителя электроэнергии. Обмотка содержит 1100 витков, её сопротивление — 45 Ом. На неё наматывают первичную обмотку (I) из двух витков изолированного провода сечением 2,5 мм^2. Такой трансформатор тока обеспечивает напряжение 50 мВ на сопротивлении 47 Ом при токе нагрузки 10 А. Если ток нагрузки превышает 25 А, можно уменьшить число витков первичной обмотки до одного.

В устройстве можно использовать трансформаторы на ферромагнитных кольцевых магнитопроводах, конструкции которых описаны в [5—7]. При изготовлении следует принять коэффициент трансформации тока в пределах 1:300...1:1000. Также можно применить трансформаторы тока промышленного изготовления, например, для счётчиков электроэнергии [8].

Трансформаторный датчик тока можно заменить резисторным, как показано на схеме **рис. 3**. Оптрон U1 обеспечивает гальваническую развязку блока управления передатчиком звонка от напряжения сети. В разрыв фазного провода нагрузки включён датчик тока — мощный резистор R1, напряжение с которого, пропорциональное току нагрузки, через токоограничивающий резистор R2 подведено к излучающему диоду отпрона U1. Диод VD1 ограничивает обратное напряжение на излучающем диоде оптрона. Фототранзистор оптрона U1 включают вместо транзистора VT1 (см. рис. 1) с учётом того, что эти транзисторы разной структуры. Коллектор фототранзистора оптрона U1 подключают к плюсу источника питания, а эмиттер — к верхнему (по схеме) выводу резистора R8. Транзистор VT1, резистор R7 и все компоненты, расположенные на рис. 1 левее, не используют. Преимущество резисторного датчика тока — меньшее число деталей и отсутствие намоточных элементов, недостаток — наличие мощного тепловыделяющего резистора.

Узел управления размещён в корпусе передатчика звонка над его печатной платой, как показано на **рис. 4**. Транзистор VT1 может быть с любым буквенным индексом из серии КТ361 или КТ3107. Транзисторы VT2 — любые из серии КТ3102. Диод VD1 — любой из серий КД509, КД510, КД521, КД522. Конденсаторы С2, С4, С8 — любые плёночные или керамические, остальные — оксидные импортные.

Приёмно-коммутационный узел устройства (см. рис. 2) размещён в унифицированном пластмассовом корпусе для силовых устройств с внешними размерами 120×120×75 мм, как показано на **рис. 5**. Платы радиоприёмника и коммутационного узла прикреплены в корпусе винтами М3 и соединены между собой проводами. Для светодиодов HL1—HL3 просверлены отверстия. Мощный симистор VS1 установлен на теплоотвод от процессора Pentium I.

В приёмно-коммутационном узле (см. рис. 2) микросхему К561ТМ2 (DD1) можно заменить на КР1561ТМ2, все транзисторы из серии КП501 с любым буквенным индексом. Симисторный оптрон МОС3083М (U1) может быть заменён на МОС3081М, МОС3082М, МОС3051, МОС3052. Симистор ВТА139-800 (VS1) с максимальным током нагрузки 16 А можно заменить на ВТА139-600, а если ток нагрузки больше 16 А, но меньше 25 А, — на ВТА140-800 или ВТА140-600. Конденсатор С3 — К73-17 с номинальным напряжением 630 В. Светодиод АЛ307ЕМ (HL1) жёлтого цвета свечения можно заменить на АЛ307ЖМ. Этот светодиод сигнализирует о запрете включения ведомой нагрузки, поэтому он может быть красного цвета свечения АЛ307БМ или АЛ307КМ. Светодиод АЛ307ГМ (HL2) зелёного цвета свечения сигнализирует о возможности включения ведомой нагрузки, его можно заменить на АЛ307ВМ. Цепь VD5—VD8HL3 можно заменить стабилитроном из серий КС133—КС147 с любым буквенным индексом, катод которого включают к правому (по схеме) выводу резистора R9, а анод — к минусовому проводу питания.

Сетевой трансформатор блока питания Т1 — любой с номинальной мощностью 3...4 Вт и напряжением вторичной обмотки 9...11 В. Такие трансформаторы часто используются в бытовой радиоаппаратуре. Самодельный блок питания T1VD1—VD4C5 можно заменить готовым сетевым адаптером с выходным напряжением 12...15 В и током не менее 30 мА.

Налаживание устройства сводится к установке порога срабатывания блока управления передатчиком (см. рис. 1) от тока, потребляемого ведущей нагрузкой. В процессе налаживания подбирают число витков первичной обмотки (I) трансформатора тока Т1, а также устанавливают необходимое усиление элементов DD1.1 и DD1.2 подборкой резисторов R3 и R5 в пределах 300...1000 кОм. Коммутационный блок (см. рис. 2) налаживания не требует .

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нечаев И.** Охранное устройство на базе беспроводного звонка. — Радио, 2011, № 9, с. 53, 54.

2. **Нечаев И.** Сигнализатор протечки на базе радиозвонка. — Радио, 2011, № 3, с. 53, 54.

3. **Нечаев И.** Охранное устройство на базе радиозвонка. — Радио, 2007, № 9, с. 59, 60.

4. **Нечаев И.** Дистанционный выключатель питания. — Радио, 2011, № 7 , с. 42, 43.

5. **Нечаев И.** Индикатор потребляемой мощности. — Радио, 1986, № 2, с. 49, 50.

6. **Нечаев И.** Индикатор потребляемой мощности. — Радио, 2000, № 11, с. 59.

7. **Евсеев А.** Применение преобразователя мощность — частота серии КР1095ПП1 в электронных устройствах. — Радио, 2008, № 10, с. 28—31.

8. **Косенко С.** Измеритель активной мощности на микросхеме ADE7755. — Радио, 2010, № 8, с. 19, 20.

9. **Воскобойников М.** Цифровые микросхемы в устройствах НЧ. — Радио, 1981, № 7/8, с. 37.

тел. 608-28-38
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Многофункциональный дверной звонок с режимом охраны

Д. ПЕТРЯНИН, г. Ртищево Саратовской обл.

Простой дверной звонок обычно быстро надоедает. И когда-то захочется заменить его звонком с красивой мелодией и с множеством различных функций. В предлагаемой статье автор рассказывает о таком устройстве, сделанном на базе микроконтроллера.

Кроме выполнения своей основной функции — проигрывания мелодии при нажатии на установленную у двери кнопку — этот звонок показывает текущее время и дату, а также температуру в месте его размещения. При включённом режиме "Охрана" он регистрирует число нажатий на звонковую кнопку, время и дату этих нажатий, оповещает об открывании дверей и окон в помещении. Предусмотрено также оповещение о чрезмерном повышении или понижении температуры, отключение звука (звонка) и подключение дополнительных выносных звуковых или световых сигнализаторов.

Технические характеристики

Напряжение питания, В	12...20
Минимальный потребляемый ток (ток покоя), мА	100
Максимальный потребляемый ток, мА	160
Интервал рабочей температуры, °С	–5...+45
Погрешность измерения температуры, °С	± 0,5
Габаритные размеры, мм	171×121×80

Схема многофункционального звонка показана на **рис. 1**. "Ядро" устройства — микроконтроллер DD1 (ATmega16-16PU). Его тактовая частота стабилизирована кварцевым резонатором ZQ1, работу которого обеспечивают конденсаторы C1 и C2. Номинал резистора R3 выбирают таким, чтобы яркость подсветки экрана ЖКИ HG1 была оптимальной, а подстроечным резистором R2 устанавливают необходимую контрастность изображения на экране ЖКИ. Перед первым включением звонка рекомендуется поставить движок подстроечного резистора в среднее положение.

На транзисторе VT1 собран электронный ключ, управляющий реле K1. Диод VD1 защищает транзистор от напряжения самоиндукции, возникающего на обмотке реле. А к его контактам можно подключить внешний звонок или сигнальную лампу (для людей с ослабленным слухом). Если использована лампа на 220 В, то контакты реле должны быть рассчитаны на коммутацию такого напряжения.

Собственные звуковые сигналы (мелодии) микроконтроллер генерирует на выходе PD5, с которым через защитный резистор R10 соединён УМЗЧ с громкоговорителем. Я использовал простой усилитель, собранный на микросхеме TDA2003, вместо которой можно применить К174УН7.

К разъёму X1 подключают "охранный шлейф" — замкнутую в нормальном состоянии цепь, разрываемую, например, герконами при открывании дверей и окон, на которых они установлены.

Разъём X2 предназначен для соединения с программатором. Это необходимо при загрузке программы в установленный на плату звонка микроконтроллер DD1. Я использовал программатор AVR910 [1]. Сначала во FLASH-память микроконтроллера следует загрузить содержимое файла Zwonok(project).hex, а затем запрограммировать конфигурацию микроконтроллера согласно **рис. 2**.

- [x] CKSEL0=0
- [x] CKSEL1=0
- [ ] CKSEL2=0
- [ ] CKSEL3=0
- [ ] SUT0=0
- [x] SUT1=0
- [x] BODEN=0
- [x] BODLEVEL=0
- [x] BOOTRST=0
- [x] BOOTSZ0=0
- [x] BOOTSZ1=0
- [ ] EESAVE=0
- [ ] CKOPT=0
- [x] JTAGEN=0
- [ ] OCDEN=0

Рис. 2

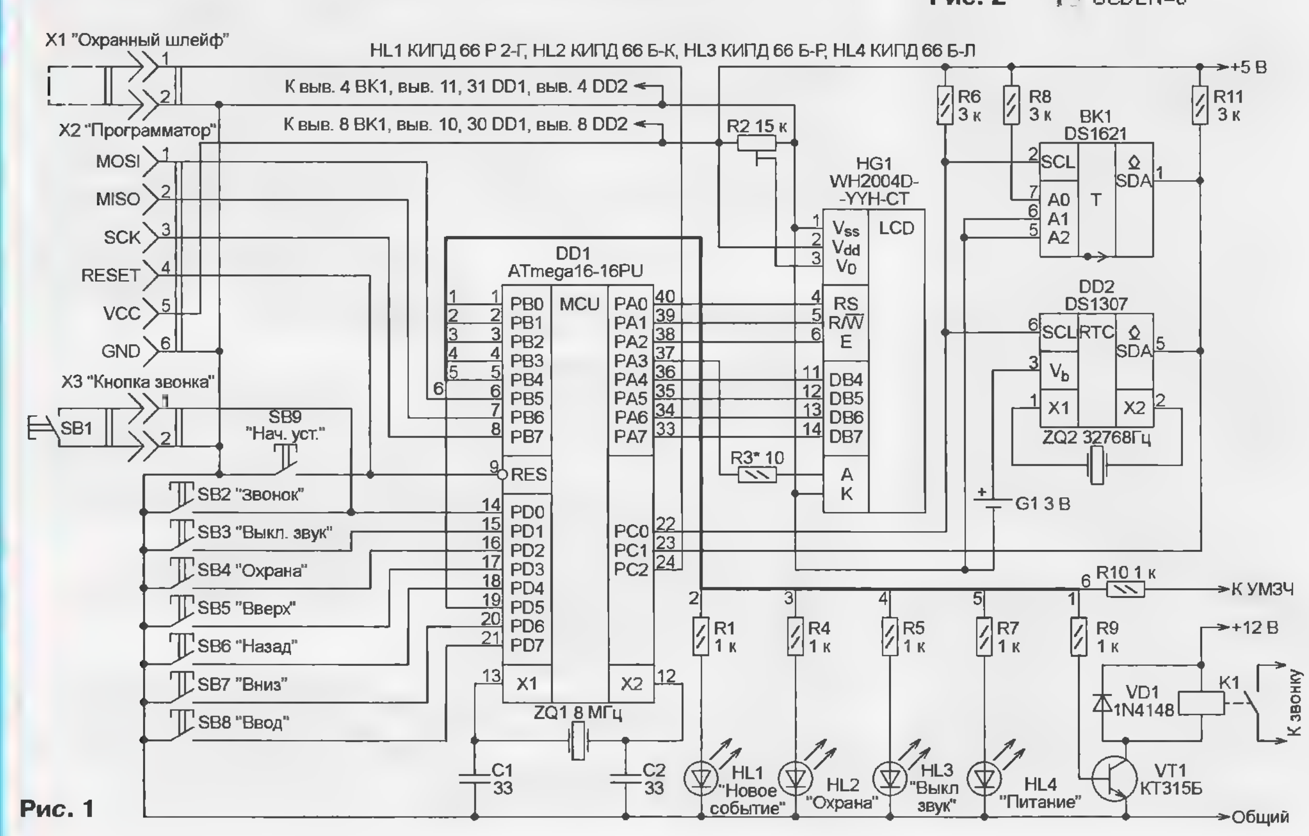


Рис. 1

Находящуюся у входной двери кнопку звонка (SB1) соединяют с разъёмом X3 изолированными проводами минимально возможной длины. Но следует иметь в виду, что старые электромагнитные звонки питаются, как правило, от сети 220 В, а их кнопка установлена в разрыв одного из питающих проводов. Если взамен такого звонка будет использован описываемый, придётся переделывать квартирную электропроводку либо можно подключить кнопку по схеме, опубликованной в [2], или другой подобной, обеспечивающей электрическую изоляцию многофункционального звонка от сети.

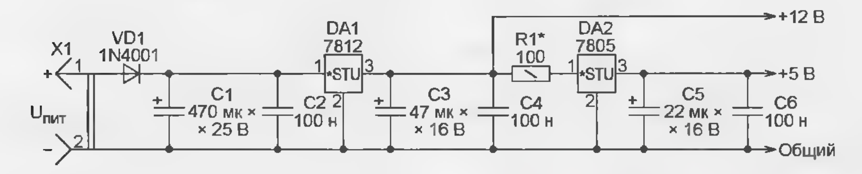


Рис. 3

Кнопки SB2—SB8 служат для управления звонком. Кнопка SB9 требуется для установки устройства в исходное состояние. Это бывает необходимо в случае "зависания" микроконтроллера. Светодиоды HL1—HL4 (соответственно синего, красного, оранжевого и зелёного цветов свечения) предназначены для индикации состояния устройства.

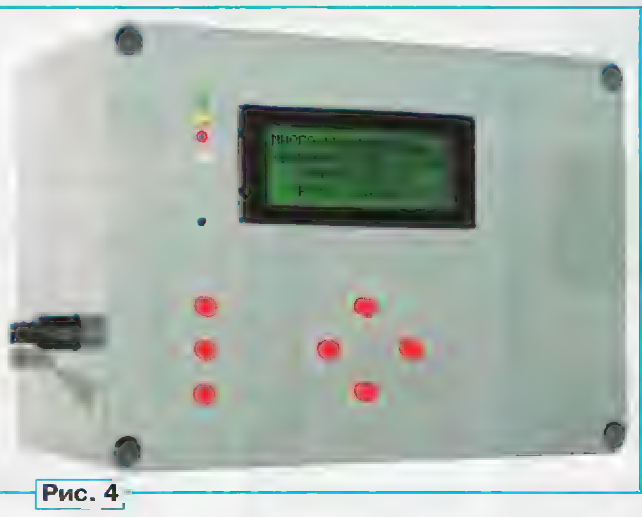


Рис. 4

Датчик температуры BK1 и часы реального времени DD2 соединены с микроконтроллером DD1 шиной I²C. Линии SDA и SCL этой шины связывают с плюсом питания резисторы R6 и R11.

BK1 — термометр и термостат с цифровым вводом/выводом информации [3]. В нашем случае он используется только как термометр и передаёт измеренные значения температуры девятиразрядным двоичным дополнительным кодом с ценой младшего разряда 0,5 °С. Интервал измеряемой температуры –55...+125 °С.

DD2 — часы-календарь реального времени [4]. Они отсчитывают секунды, минуты, часы, день недели, число, месяц и год. Точность хода обеспечивает кварцевый резонатор ZQ2. Счёт времени может вестись как в 24-часовом, так и в 12-часовом режиме (в нашем случае использован только 24-часовой режим). Число дней в каждом месяце заложено в память микросхемы и автоматически корректируется с учётом високосных лет.

Кроме полных часов-календаря, микросхема содержит 56 байт энергонезависимого статического ОЗУ. В ней имеется встроенный узел переключения на резервное питание при отключении основного источника напряжения +5 В. Для поддержания хода часов необходимо, чтобы напряжение резервного элемента G1 находилось в интервале 2...3,5 В.

Узел питания многофункционального звонка построен по схеме, изображённой на **рис. 3**. Резистор R1 гасит излишек напряжения, подаваемого на стабилизатор DA2, уменьшая рассеиваемую этим стабилизатором мощность. Его подбирают таким, чтобы при сработавшем реле K1 (см. рис. 1) напряжение между выводами 1 и 2 стабилизатора DA2 не стало менее 7 В.

Подаваемое на разъём X1 узла питания постоянное нестабилизированное напряжение $U_{пит}$ может находиться в интервале 14...20 В. Если же оно стабилизировано и равно 12 В, стабилизатор DA1 вместе с конденсаторами C3 и C4 можно исключить, а катод диода VD1 и соединённые с ним обкладки конденсаторов C1 и C2 присоединить прямо к левому (по схеме) выводу резистора R1 и выходу +12 В.

Внешний вид многофункционального звонка представлен на **рис. 4**. Кнопки SB5—SB8 расположены ромбом в соответствии со своим функциональным назначением. Так как кнопкой SB9 приходится пользоваться очень редко, на лицевую панель она не выведена. Однако в панели (ниже светодиодов) предусмотрено небольшое отверстие, через которое на эту кнопку можно нажать, например, стержнем от шариковой авторучки.

Подстроечный резистор R2 — любой малогабаритный, например, СП3-38а или СП3-38б. Резистор R1 в узле питания — С2-23-0,25. Остальные резисторы — С2-23-0,125.

Реле K1 — с обмоткой на 12 В и током срабатывания не более 50 мА. Я использовал оказавшееся под рукой старое реле РЭС15 исполнения РС4.591.006. Вместо диода 1N4001 параллельно обмотке реле можно подключить диод Д220 или Д310. Светодиоды серии КИПД 66 заменимы другими подходящего цвета свечения и яркости.

Элемент G1 — любой литиевый напряжением 3 В. При ёмкости 48 мА·ч и более он в отсутствие основного питания сможет поддерживать ход часов микросхемы DS1307 более 10 лет.

После включения внешнего питания звонок воспроизводит "мелодию приветствия". Это сделано для того, чтобы после временного отключения электроэнергии можно было своевременно узнать о её включении, не оставляя для этого включёнными осветительные лампы и другие электроприборы. При появлении электроэнергии вы об этом услышите...

Затем происходит инициализация датчика температуры BK1, часов реального времени DD2, ЖКИ HG1 и включается зелёный светодиод HL4. По завершении запуска программы на экране ЖКИ появляется главное меню (**рис. 5**).

В строке "Кнопка ЗВОНОК" этого меню выводится информация о числе нажатий на кнопку SB1 и дублирующую её кнопку SB2. Далее следуют строки "Настройки...", "Температура", в которой выводится её текущее значение в градусах Цельсия, и строка с текущими временем и датой.

Если с помощью кнопок SB5 "Вверх" и SB7 "Вниз" выбрать строку "Кнопка ЗВОНОК" и нажать на кнопку SB8 "Ввод", на экран ЖКИ будет выведен отчёт о четырёх последних нажатиях на SB1 и SB2 (**рис. 6**). После его просмотра в главное меню возвращаются нажатием на кнопку SB6 "Назад".

При входе описанным выше способом в меню "Настройки..." на экране появится изображение, подобное показанному на **рис. 7**. По строкам этого меню перемещаются тоже с помощью кнопок SB5 "Вверх" и SB7 "Вниз", а выбирают одну из них нажатием на кнопку SB8 "Ввод".

Выбором строк "Установка времени" или "Установка даты" выводят на экран изображения, показанные соответственно на **рис. 8** и **рис. 9**. Параметр для изменения выбирают кнопками SB5 "Вверх" и SB7 "Вниз", а изменяют его с помощью кнопки SB8 "Ввод". При каждом нажатии на неё значение выбранного параметра увеличивается. Завершают установку нажатием на кнопку SB6 "Назад".

При выборе строки "Сброс счётчика" произойдёт обнуление счётчика числа нажатий на кнопки SB1 и SB2, а из меню "Кнопка ЗВОНОК" будет удалён отчёт о нажатиях на них. В конце строки "Сброс счётчика" появится "галочка", информирующая о его нулевом значении.

```
>Кнопка ЗВОНОК 03
 Настройки...
Температура:  20.0°C
 09:12:45  20.02.11
```

Рис. 5

```
>1 8.4   16:31:51
 2 8.4   16:33:24
 3 8.4   16:43:48
 4 8.4   16:43:59
```

Рис. 6

```
>Установка времени
 Установка даты
 Сброс счётчика    ✓
 Подсветка  [Вкл. ]
```

Рис. 7

```
>Установка времени
 Установка даты
 Сброс счётчика    ✓
 Подсветка  [Вкл. ]
```

Рис. 8

```
> 20  День
  02  Месяц
  11  Год
```

Рис. 9

Выбором строки "Подсветка" включают или выключают подсветку экрана ЖКИ. В конце этой строки в квадратных скобках отображается текущее состояние подсветки.

Если нажатием на кнопку SB3 включена функция "Охрана", то при разрыве "охранного шлейфа" начнётся воспроизведение "мелодии сигнализации". Она будет звучать до тех пор, пока эту функцию не выключат повторным нажатием на ту же кнопку.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Рыжков А.** USB-программатор микроконтроллеров AVR и AT89S, совместимый с AVR910. — Радио, 2008, № 7, с. 28, 29.

2. **Петрянин Д.** Замена дверного звонка. — Радио, 2008, № 6, с. 50.

3. DS1621 Digital Thermometer and Thermostat. — **<http://pdfserv.maxim-ic.com/ en/ds/DS1621.pdf>**.

4. DS1307 64 x 8, Serial, I²C Real-Time Clock. — **<http://datasheets.maxim-ic.com/ en/ds/DS1307.pdf>**.

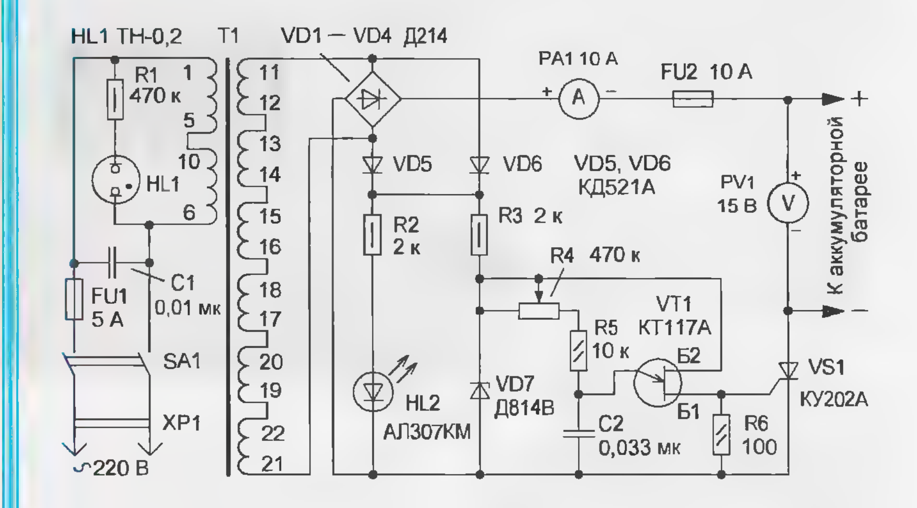
***От редакции.** Программа микроконтроллера многофункционального звонка находится по адресу **ftp://ftp.radio.ru/ pub/2012/09/zwonok.zip** на нашем FTP-сервере.*

Простое зарядное устройство для автомобильных аккумуляторных батарей

А. КВАКИНА, П. МИХЕЕВ, г. Железногорск Красноярского края

Предлагается несложное для повторения зарядное устройство с регулировкой тока зарядки методом импульсно-фазового управления тринистором.

Схема устройства приведена на **рисунке**. Установка требуемого тока зарядки от 0 до 10 А осуществляется известным способом: изменением задержки открывания регулирующего элемента — тринистора — после момента прохождения переменного питающего напряжения через ноль. После подключения вилки XP1 к сети и замыкания выключателя SA1 напряжение 220 В, 50 Гц через плавкую вставку FU1 поступает на первичную обмотку понижающего трансформатора T1. Конденсатор C1 — помехоподавляющий. Неоновая лампа HL1 — индикатор наличия напряжения сети. Напряжение с вторичной обмотки, составленной из шести последовательно включённых секций, поступает на диодный мост VD1—VD4 и диоды VD5, VD6. Выпрямленное диодным мостом напряжение через амперметр PA1 и плавкую вставку FU2 поступает на плюсовой вывод заряжаемой аккумуляторной батареи, а через регулирующий элемент — тринистор VS1 на минусовый. Выпрямленное напряжение с катодов диодов VD5, VD6 и минусового вывода моста VD1—VD4 поступает на ограничитель напряжения, а через резистор R2 — на светодиод HL2. Свечение последнего свидетельствует о наличии напряжения на вторичной обмотке трансформатора T1. Ограничитель собран на стабилитроне VD7 и резисторе R3. С его выхода напряжение, близкое к трапецеидальной форме (полусинусоиды со срезанными вершинами) и частотой 100 Гц, поступает на узел управления тринистором VS1. Он представляет собой генератор импульсов на однопереходном транзисторе VT1. Переменный резистор R4, резистор R5 и конденсатор C2 — времязадающая цепь генератора. С началом каждого трапецеидального импульса, формируемого, как указано выше, стабилитроном VD7 и резистором R3, начинается зарядка конденсатора C2 через резисторы R4, R5. Однопереходный транзистор VT1 закрыт. При достижении на конденсаторе C2 напряжения включения транзистора происходит разрядка конденсатора C2 по цепи участок эмиттер—база 1 транзистора, резистор R6. Импульс на резисторе R6 открывает тринистор VS1, и напряжение с диодного моста VD1—VD4 поступает на заряжаемую батарею. Продолжительность подачи этого напряжения — разность длительности полупериода напряжения сети (10 мс) и задержки включения тринистора от начала полупериода (прохождения напряжения сети через ноль). При перемещении движка переменного резистора R4 влево по схеме тринистор будет открываться ближе к концу каждого трапецеидального импульса, поступающего на узел управления, и ток зарядки окажется меньше. Наоборот, при перемещении движка резистора вправо ток зарядки станет возрастать.



Конструктивно устройство может быть размещено как в самодельном корпусе, так и в готовом, например, от какого-либо прибора, отслужившего свой срок. Очень хорошо подходят корпусы от приборов В3-38 — В3-41, В3-47, В3-57, которые несложно доработать, заменив переднюю панель и просверлив необходимое число вентиляционных отверстий для обеспечения охлаждения устройства.

Плавкая вставка FU1 — ВП1-1 5А, 250 В. Вставку на меньший ток применять не рекомендуется, так как она будет систематически перегорать при включении устройства. Вставка FU2 — ВП3Б-1 на 10 А. Выключатель SA1 типа Т3 можно заменить на клавишный выключатель со световой индикацией, например, R59-2 [1], при этом исключаются элементы R1 и HL1. Конденсатор С1 — К73-17 на напряжение 630 В. Его ёмкость может быть в пределах 0,01...0,22 мкФ. Этот конденсатор припаивают непосредственно к выводам 1 и 6 трансформатора Т1. Конденсатор С2 — любой на напряжение не менее 25 В.

Трансформатор Т1 — унифицированный ТПП320-127/220-50 [2] мощностью 200 Вт. Его можно заменить на ТПП318-127/220-50 или ТПП310-127/220-50, схема включения обмоток идентична.

Возможно использование трансформатора ТПП323-127/220-50, при этом обмотки с выводами 11—12, 13—14, 18—17, 20—19 необходимо соединить параллельно, т. е. спаять вместе выводы 11, 13, 18, 20 и 12, 14, 17,19.

Вторичные обмотки этого трансформатора можно соединить и по-другому, выполнив выпрямитель по обычной двухполупериодной схеме. При этом вместо диодного моста VD1—VD4 устанавливают всего два диода. Обмотки с выводами 11—12, 13—14 следует соединить параллельно, обмотки с выводами 18—17, 20—19 — также параллельно, т. е. должны быть вместе выводы 11, 13; 12, 14; 17, 19 и 18, 20, а затем соединить вывод 14 с выводом 18 — это будет средняя точка и минусовый вывод выпрямителя. Крайние выводы 11, 13 и 19, 17 припаивают к анодам мощных выпрямительных диодов.

Можно применить и сетевой трансформатор от старого цветного лампового телевизора. Сначала необходимо удалить все его вторичные обмотки, сосчитав при этом число витков накальной обмотки. Далее на каждом из двух каркасов наматывают новую вторичную обмотку проводом сечением не менее 3 мм^2 в любой теплостойкой изоляции с числом витков втрое больше накальной. После сборки трансформатора катушки соединяют последовательно. При отсутствии провода нужного сечения можно использовать жгут из более тонких проводов, сплетя их в косичку [3]. Перед установкой самодельного трансформатора необходимо проверить сопротивлвние изоляции между первичной и вторичной обмотками — оно должно быть не менее 20 МОм. В противном случае следует просушить трансформатор в тёплом сухом месте и ещё раз измерить сопротивление изоляции, а если оно опять меньше 20 МОм, то лучше такой трансформатор не использовать.

Диоды Д214 можно заменить любыми с прямым током не менее 10 А и обратным напряжением не менее 100 В. Их устанавливают на теплоотводы с площадью поверхности не менее 50 см^2. Диоды VD5, VD6 — любые кремниевые маломощные. Тринистор заменим любым из серии КУ202 или более мощным, например, из серии Т122 (Т122-20 и т. п.) [4]. Его устанавливают на теплоотвод площадью не менее 100 см^2. Транзистор КТ117А заменим на КТ117Б, КТ117Г; КТ132А, КТ132Б; КТ133А, КТ133Б или импортными 2N2646, 2N2647, 2N4870, 2N4871. Вместо однопереходного транзистора можно применить и его транзисторный аналог. Амперметр РА1 и вольтметр PV1 — М4202, М4203. Постоянные резисторы — любого типа. Переменный резистор R4 с линейной характеристикой. Его сопротивление может быть от 100 до 680 кОм. При этом потребуется подобрать ёмкость конденсатора С2, чтобы постоянная времени R4C2 осталась прежней. Выводы резистора необходимо подключить так, чтобы при вращении ручки по часовой стрелке введённое сопротивление уменьшалось.

Печатная плата не разрабатывалась. Правильно собранное устройство налаживания не требует. Однако перед первым включением следует вместо плавкой вставки FU1 подключить лампу накаливания 220 В мощностью 100...150 Вт. При включении SA1 лампа должна вспыхнуть и погаснуть. Если она горит почти в полный накал, следует проверить правильность соединения обмоток трансформатора, наличие замыканий во вторичной цепи. Далее, повернув ручку переменного резистора в крайнее против часовой стрелки (начальное) положение, параллельно вольтметру PV1 подключают автомобильную лампу на 12 В мощностью 15 Вт. Она не должна светиться. Вращая плавно ручку переменного резистора по часовой стрелке, следует убедиться, что лампа загорается, а её яркость увеличивается до полной при показаниях вольтметра около 15 В. Может потребоваться корректировка ёмкости конденсатора С2. При эксплуатации устройства перед подключением нагрузки ручку переменного резистора R4 следует всегда устанавливать в начальное положение.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Юшин А.** Клавишные выключатели со световой индикацией. — Радио, 2005, № 5, с. 52.

2. Унифицированные трансформаторы. — Радио, 1982, № 1, с. 59, 60.

3. **Кобелев Ф. Г.** Как сделать сварочные аппараты своими руками. — С.-Пб.: Наука и техника, 2011, с. 156.

4. Тиристоры (Технический справочник). Пер. с англ., под ред. Лабунцова В. А., Обухова С. Г., Свиридова А. Ф. Изд. 2-е, доп. — М.: Энергия, 1971, с. 111—118.

Доработка радиоприёмника "Казахстан"

В. КОРНЕЕВ, г. Подольск Московской обл.

Трансляционный радиоприёмник "Казахстан" (см. "Радио", 1965, № 4, с. 31—33) имеет неплохие технические данные, однако в ряде случаев его чувствительность недостаточна.

Этот недостаток устранён заменой лампы 6К4П ($Л_{2-1}$) на 6К13П с большей крутизной характеристики. Поскольку лампы 6К4П и 6К13П имеют разную цоколёвку, для такой замены изготовлен переходник. Корректировка настройки контуров не потребовалась.

Так как радиоприёмник "Казахстан" по своему назначению трансляционный, в нём не предусмотрена динамическая головка. Это создаёт некоторые неудобства при его эксплуатации. Внутри корпуса приёмника, рядом с сетевым трансформатором, достаточно места для установки динамической головки 3ГДШ-1-8. Она закреплена на двух металлических стойках на верхней части корпуса так, что её плоскость параллельна лицевой панели приёмника. Выводы динамической головки подключены к обмотке 7-8 трансформатора $Тр_{4-1}$. Предлагаемое место установки динамической головки не единственно возможное. Её также можно разместить в правой части корпуса напротив лампы $Л_{2-1}$. Вместо динамической головки 3ГДШ-1-8 можно применить 3ГДШ-2-8.

После указанных переделок чувствительность приёмника на всех диапазонах повысилась почти вдвое, а пользоваться им стало гораздо удобнее.

тел. 607-88-18 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

Трёхпроцессорный ревербератор

Ф. ГАТАУЛЛИН, пос. Нижний Куранах, Якутия

Этот ревербератор отличается от уже опубликованных ранее тем, что содержит три канала на эхо-процессорах HT8970 с разными задержками сигнала. Это помогает с большей достоверностью имитировать естественный процесс реверберации.

Реверберация — затухающее звучание в закрытом помещении после прекращения действия источника звука вследствие многократных отражений последнего от ограждающих поверхностей, со спадающей интенсивностью в результате поглощения. Её обычно характеризуют отрезком времени, в течение которого интенсивность звука определённой частоты или полосы частот спадает на 60 дБ относительно начального уровня. Реверберация субъективно воспринимается как гулкость звучания.

Многие путают реверберацию с эффектом эхо, но это совершенно разные акустические явления. Эхо — ясное и чёткое повторение звука с задержкой не менее 0,05 с, а практически намного большей. Реверберация же создаёт более сложную акустическую картину, отдельные отражённые сигналы сливаются и на слух практически неразделимы.

Звучание одноканального электронного ревербератора довольно неприятно, поскольку его отклик на одиночный импульс образуют эхо-сигналы, следующие через равные интервалы времени, что в реальном помещении невозможно. Если же интервалы между последовательными эхо-сигналами превышают 50 мс, человек, слушающий музыку, воспринимает это как дефект искусственной реверберации (флаттер-эффект). В предлагаемом устройстве на исходный звуковой сигнал накладываются ещё три запаздывающих эхо-сигнала с разными задержками, что создаёт звуковую картину, более приближённую к реальной реверберации. Имеется возможность изменять задержки раздельно в каждом канале. Для достижения всевозможных звуковых эффектов предусмотрены также регулировки тембра ("Спектр") и имитации объёмности звука ("Объём").

Все три канала задержки выполнены по одинаковой схеме, изображённой на **рис. 1**. Она практически совпадает с типовой схемой включения эхо-процессора HT8970, описанного в справочном листке "Низкочастотный эхо-процессор HT8970" ("Радио", 2009, № 3, с. 42). Зависимость времени задержки $t_з$ от суммарного сопротивления включённых между выводом 6 микросхемы и общим проводом резисторов R1 и R2 приведена на графике **рис. 2**. Делать суммарное сопротивление меньшим 2,2 кОм или большим 50 кОм не рекомендуется. Это может привести к сбоям в работе микросхемы.

Полная схема ревербератора, показанная на **рис. 3**, содержит предварительный усилитель и три канала задержки A1—A3. Чтобы достаточно хорошо имитировать акустические условия большого помещения, во всех трёх каналах должны быть установлены разные задержки эхо-сигналов.

Рис. 1

Рис. 2

Предварительный усилитель выполнен на ОУ DA2.1 — одном из двух, имеющихся в микросхеме NE4558. Её второй ОУ может быть использован в стереоварианте ревербератора. Коэффициент усиления предварительного усилителя (около 70) выбран с расчётом на работу от микрофона BM1. Сигнал с него через переменный резистор R1 и цепь C2R3R4C5R7 поступает на неинвертирующий вход ОУ DA2.1, а с его выхода через резистор R10 и конденсатор C10 — на входы Б каналов задержки A1—A3. Если предполагается использовать не микрофон, а другой источник сигнала, усиление необходимо снизить, уменьшив сопротивление резистора R9.

Продолжительность естественной реверберации на частоте выше 3000 Гц в помещении относительно мала в связи с заметным затуханием высокочастотных звуковых волн в воздухе. Поэтому реверберация на верхних звуковых частотах, созданная искусственно, зачастую неприятна для слуха. Увеличение же времени реверберации на нижних частотах вредит чёткости и разборчивости звучания. Для изменения частотных свойств в ревербераторе предусмотрен простой регулятор тембра с переменным резистором R16 "Спектр", что даёт возможность имитировать помещения с разным объёмом и звукопоглощением. Переменным резистором R17 "Объём" регулируют "объёмность" звука.

Сумма задержанных сигналов с выходов Е каналов A1 и A2 через резисторы R13, R17 поступает на "Выход 1" устройства и на переменный резистор R14 "Реверберация". С его движка через резистор R15 задержанные эхо-сигналы поступают на входы Г всех каналов задержки, чем и достигается необходимая для реверберации рециркуляция сигналов. Задержанный сигнал с выхода Е канала A3 ("Выход 2") может быть использован для реализации различных спецэффектов.

Все детали ревербератора, кроме переменных резисторов, размещены на односторонней печатной плате размерами 115×38 мм (**рис. 4**). Изготовлена она из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Свободные отверстия по периметру платы могут быть использованы для соединения с её общим проводом, например, экранирующих оплёток проводов, соединяющих плату с переменными резисторами и с другими платами аудиосистемы.

Элементы узлов A1—A3 на плате имеют позиционные обозначения, совпадающие с указанными на схеме рис. 1, с добавлением префикса, соответствующего номеру узла. Например, резистор 1R8 относится к узлу A1, а микросхема 2DA1 — к узлу A2. Позиционные обозначения не входящих в эти узлы деталей префиксов не имеют. Например, интегральный стабилизатор напряжения DA1.

Этот стабилизатор — довольно мощный (MC7805). При выполнении ревербератора в стереоварианте он может обеспечить напряжением +5 В оба стереоканала. В монофоническом варианте вместо микросхемы MC7805 можно установить менее мощную (ток нагрузки до 100 мА) 78L05, но следует учитывать, что её вход — вывод 3, а выход — вывод 1.

ЭЛЕКТРОМУЗЫКАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ
Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru тел. 607-89-00
РАДИО № 9, 2012

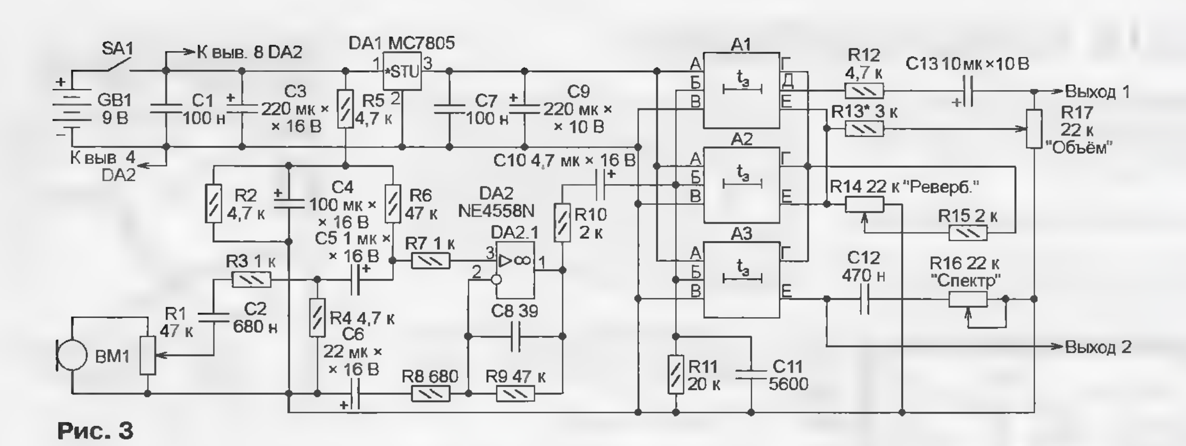


Рис. 3

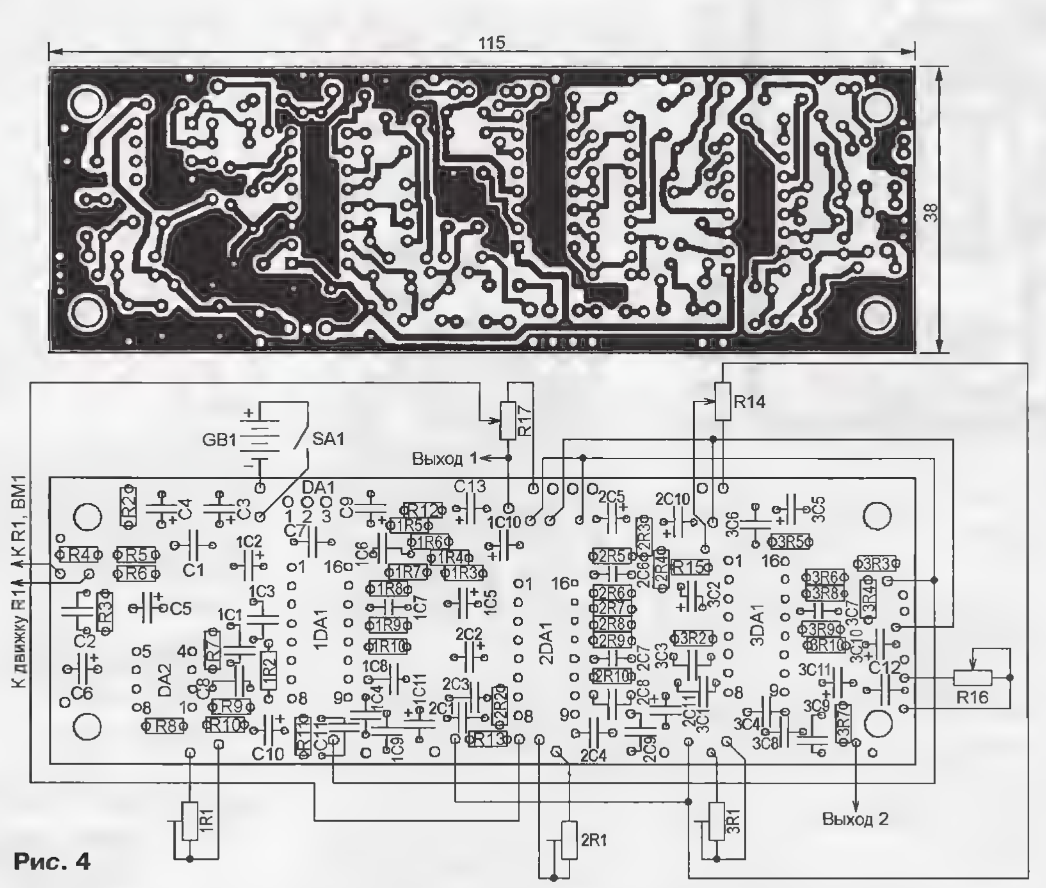


Рис. 4

Резисторы и конденсаторы могут быть импортными или отечественными: постоянные резисторы — МЛТ и подобные, оксидные конденсаторы — импортные, прочие — плёночные К73-17 или керамические К10-17. Главное, чтобы они подходили по габаритным размерам.

Обратите внимание, что некоторые элементы узлов задержки — резистор 1R4 и конденсатор 1C10, резистор 3R4 и конденсатор 3C10, резистор 3R7 и конденсатор 3C11 — соединены на плате последовательно не в том порядке, в котором они показаны на схеме рис. 1. Это облегчило трассировку печатных проводников, не повлияв на работоспособность устройства.

На рис. 3 и рис. 4 показан лишь один из возможных вариантов соединения трёх узлов задержки в ревербераторе. Поскольку все входы и выходы этих узлов выведены на контактные площадки, а соединения между ними выполнены навесными проводами, очень легко реализовать другие варианты в зависимости от поставленной задачи и реализуемых эффектов. Можно даже установить переключатель, коммутирующий узлы задержки нужным образом.

Ревербератор, собранный без ошибок и из исправных деталей, должен начать работать сразу после подачи напряжения питания. Если какой-либо из узлов задержки A1—A3 не работает, то проверьте, нет ли замыкания между печатными проводниками.

Желательно проверять узлы задержки по одному до установки перемычек между ними. Уровни задержанных сигналов на их выходах Е должны быть одинаковыми. Напряжение питания микросхемы HT8970 на её выводе 1 должно быть 5 В, образцовое напряжение на выводе 2 — 2,5 В, на выводах 9—16 — тоже по 2,5 В. Напряжение на выводе 6 зависит от введённого сопротивления переменного резистора R1 (см. рис. 1), достигая тех же 2,5 В. На выводе 7 — приблизительно 0,54 В и немного больше (0,59 В) на выводе 8.

При подаче на выход Е узла задержки переменного синусоидального напряжения размахом 0,5 В и частотой 500 Гц на выводах 9—15 его процессора DA1 должны наблюдаться неискажённые синусоидальные сигналы приблизительно такого же размаха. Амплитуда напряжения пилообразной формы на выводах 7 и 8 — около 0,25 В.

тел. 607-89-00 Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru РАДИО № 9, 2012

РАДИО®
ДОПОЛНЕНИЕ К НАПЕЧАТАННОМУ
E-mail: consult@radio.ru тел. 607-89-00
РАДИО № 9, 2012

ПАНКРАТЬЕВ Д. Автоматы световых эффектов на основе цифрового генератора шума. — Радио, 2011, № 11, с. 49—51.

Печатная плата первого автомата.

Чертёж возможного варианта платы показан на **рис. 1**. Кроме элементов автомата, на ней размещены детали стабилизированного источника питания: выпрямительный мост VD1 (RB152), интегральный стабилизатор напряжения DA1 (7805) и сглаживающие конденсаторы C5, C6 (оксидные импортные ёмкостью 1000 мкФ с номинальным напряжением соответственно 6,3 и 16 В). Постоянные резисторы — МЛТ, переменный — СП4-1а, конденсатор C1 — оксидный импортный, C2 — КМ-6. Отсутствующие на схеме конденсаторы C3 и C4 (КМ ёмкостью 0,047—0,1 мкФ) — блокировочные в цепи питания микросхем. Перемычки, соединяющие печатные проводники на противоположной стороне платы, впаивают до установки на место микросхемы DD2. При компоновке признано целесообразным поменять местами резисторы R3 и R5.

Рис. 1

КАШКАРОВ А. ИК автомат управления освещением. — Радио, 2004, № 7, с. 40, 41.

Печатная плата.

Чертёж возможного варианта платы показан на **рис. 2**. Резисторы — МЛТ, конденсаторы C1—C4, C6, C8 — оксидные импортные, C5, C7 — керамические К10-17, реле K1 — РЕ014012 (номинальное напряжение — 12 В, сопротивление обмотки — 685 Ом). Остальные детали — указанных в статье типов.

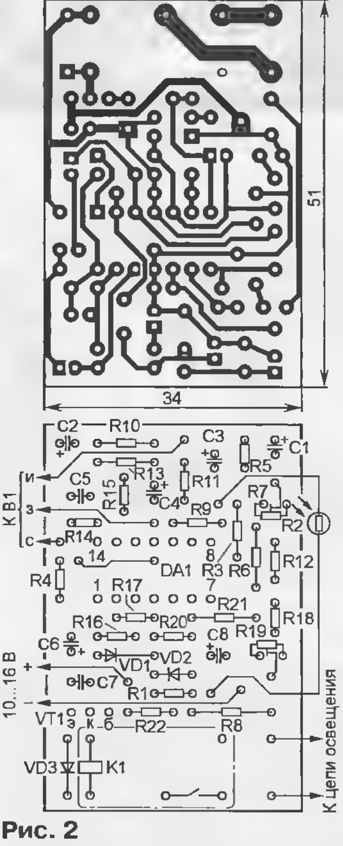


Рис. 2

КАНЫГИН С. Регулируемый стабилизатор напряжения с защитой. — Радио, 2007, № 2, с. 38, 39.

Печатная плата.

Чертёж возможного варианта платы показан на **рис. 3**. Кроме деталей стабилизатора, на ней размещены диоды выпрямительных мостов, обеспечивающих необходимые входные напряжения

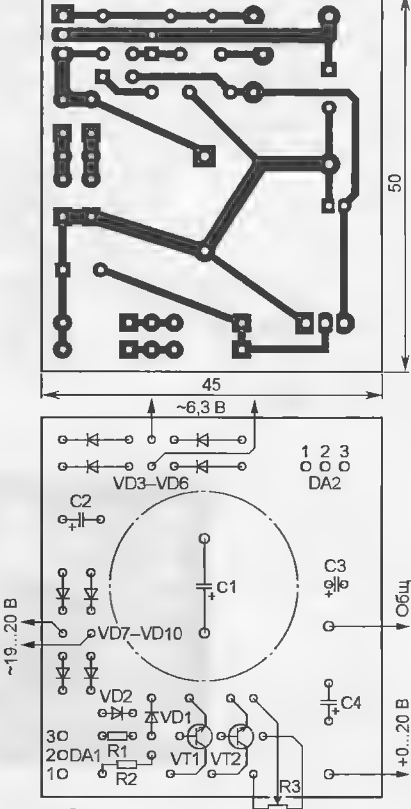


Рис. 3

(нумерация диодов продолжает начатую на схеме в статье). Резисторы — МЛТ, C2-33, конденсаторы — оксидные импортные фирмы Jamicon (C1 — серии SK, C2, C4 — серии TK, C3 — неполярный серии пК). Все диоды — 1N4003, остальные детали — указанных в статье типов.

РЯБЫЙ А. Активный "светоотражатель" для велосипеда. — Радио, 2008, № 10, с. 37.

Печатная плата.

Чертёж возможного варианта платы показан на **рис. 4**. Резисторы — МЛТ, C2-33, конденсатор — К73-17, микросхема — КР1554ЛН1. Остальные детали — указанных в статье типов.

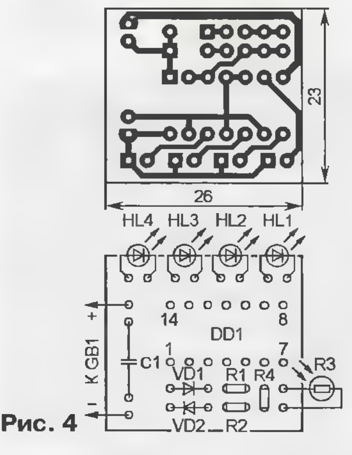


Рис. 4



НТТМ-2012 — от увлечения к профессии

Очередная XII Всероссийская выставка научно-технического творчества молодёжи НТТМ-2012 прошла 26—29 июня в Москве. Её организовали Министерство образования и науки РФ и ОАО "ГАО Всероссийский выставочный центр" при поддержке Департамента образования г. Москвы, Департамента семейной и молодёжной политики г. Москвы, торгово-промышленной палаты РФ и Совета ректоров ВУЗов г. Москвы и Московской обл. Активное участие в подготовке и проведении выставки приняли некоторые ведущие предприятия и отраслевые объединения РФ.

В этом году журнал "Радио" был информационным спонсором выставки.

В работе принимали участие дети, подростки и молодые люди из 55 регионов России. Всего было представлено 926 оригинальных проектов различной степени готовности — от идей до конкретных решений и разработок. В центре внимания молодых разработчиков и учёных — процессы модернизации и инновационных преобразований в экономике и социальной сфере, исследования и разработки, ориентированные на создание новых технологий, продуктов и услуг. Экспертный совет выставки в составе учёных РАН, преподавателей и ректоров вузов, представителей научных и общественных организаций оценивал все представленные проекты. Основные критерии оценки: новизна, оригинальность, уровень заложенного творческого потенциала, логичность построения и изложения работы, полнота интерпретаций полученных результатов, функциональность и эстетичность технического решения, значение результатов для теории и практики, перспектива коммерциализации. И хотя некоторые проекты сегодня кажутся нереальными, они послужат базой для новых подходов и решений, которые в ближайшее время могут быть воплощены в жизнь.

Основная идея выставки, которой были посвящены все основные мероприятия и экспозиция, — "От увлечения к профессии: НТТМ—ВУЗ—КОРПОРАЦИЯ". Поэтому одно из центральных мест на выставке занимал стенд Департамента образования г. Москвы (**фото на 3-й с. обложки**). В проводимых мероприятиях был сделан акцент



Фото 2

Фото 1



Фото 3


Фото 4

на популяризацию научно-технических достижений среди учащейся молодёжи. Основные проведённые мероприятия: панельная дискуссия "От НТТМ к инновациям для города" и презентация программ "Новые формы развития системы НТТМ в городе" и "Популяризация науки — первый шаг к инновационному развитию учащихся".

Несомненно, что введение в мир науки и техники лучше начинать с раннего возраста. Этим занимаются центры развития творчества детей и юношества, станции юных техников, детские центры научно-технического творчества, досуговые объединения, клубы и кружки.

Различные тренажёры, разработанные в МОУ СОШ № 38 г. Озёрска Челябинской обл., представил ученик 8-го класса Глеб Глазков. Один из них — робот-тренажёр "Чебурашка" — предназначен для обучения счёту учащихся младших классов. Он снабжён как считывающим устройством, которое распознаёт цифры, так и печатающим, которое выводит результаты тестирования, а сам "Чебурашка" говорит и выражает свои "эмоции" жестами и мимикой (**фото 1**).

Из столицы Республики Марий Эл г. Йошкар-Олы было несколько интересных проектов. Об одном из них — "Разработка аппаратно-программного обеспечения прототипа (робота) многооперационной лесосечной машины", разработанном в Центре детского и юношеского технического творчества, ГБОУ ДОД, рассказал ученик 11-го класса Михаил Никитин (**фото 2**). Второй проект — "Автоматизированная система идентификации дорожных знаков" разработан в МАОУ СОШ № 30. Его авторы — С. Коренков, М. Волкова, М. Парфёнов, В. Удалов и Д. Шамшиева. Модель автомобиля снабжена "автопилотом" на основе web-камеры и компьютера. Программа обработки изображений написана в среде программирования Delphi 7. Полученные данные обрабатываются на компьютере и вырабатываются сигналы, определяющие "поведение" модели в том или ином случае. Например, обнаружив знак ограничения скорости, скорость движения уменьшается (**фото на 3-й с. обложки**).



Фото 5



Фото 6

Большой интерес вызвали разработки Белгородского областного Центра детского (юношеского) технического творчества ГБОУ ДОД (**фото на 3-й с. обложки**). "Устройство определения порога чувствительности органов слуха и зрения" (автор И. Мартынов) предназначено для оперативного определения степени усталости работников различных профессий и позволяет оценить их готовность к выполнению профессиональных обязанностей. "Сигнализатор утечки газа" (автор И. Бондарев) регистрирует утечку бытового газа и в зависимости от настроек может подавать сигнал тревоги на сотовый телефон или сигнал на отключение подачи газа в контролируемое помещение.

Роботы стали обязательными экспонатами выставки. Они встречали посетителей на входе (**фото на 3-й с. об-**



Фото 7

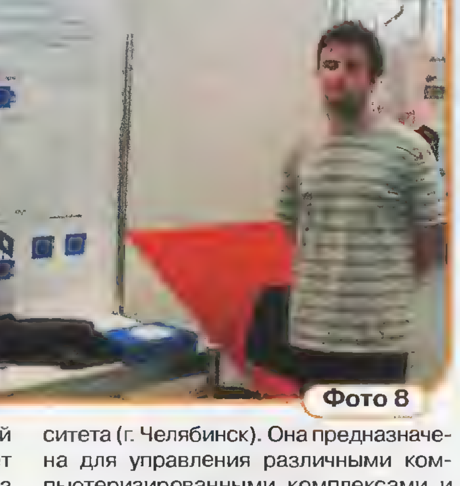


Фото 8

ложки) и сопровождали по всей экспозиции. Действующий макет подводного робота "Акватор 2" (авторы П. Икомасов и А. Бушкова) разработан в Московском государственном техническом университете им. Н. Э. Баумана. Этот робот (**фото 3**) может выполнять спасательные и исследовательские работы на значительной глубине. Модель робота-сапёра "Разведчик" (**фото 4**) представил Грозненский государственный нефтяной технический университет имени ак. М. Д. Миллионщикова из Чеченской Республики (авторы проекта Сулим и Селам Сельмурзаевы). Этот робот предназначен для выполнения различных работ в опасных для человека условиях, в частности, его можно применить для проведения разведки и разминирования различных объектов.

Много интересных проектов разработано в лицее № 1502 (г. Москва) при МЭИ. Среди них "Робот-флейтист" (автор И. Балашов) и "Рука-манипулятор" (автор Н. Крючков) (**фото на 3-й с. обложки**). Центром детского творчества № 1 СП "Талант" МБОУ ДОД (г. Красноярск) представлено несколько полезных проектов. Один из них — "Беспроводный индикатор прибора для прозвонки кабелей" (автор Д. Седельников, ученик 10-го класса) (**фото 5**) позволяет существенно повысить удобство и производительность при проведении электромонтажных работ с многожильными кабелями.

На выставке были представлены проекты и в области радиосвязи. Студент Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота А. Стёпин демонстрировал разработки радиотехнического факультета — микрополосковые устройства и антенны УКВ диапазона для использования в беспроводных телекоммуникационных системах (**фото 6**). Во Владимирском государственном университете имени А. Г. и Н. Г. Столетовых разработана "Портативная цифровая радиостанция УКВ диапазона" (авторы Д. Крутин и А. Корнилов).

"Интерактивная ручка-приставка для мультимедийного проектора" (автор П. Шнайдер) представлена приборостроительным факультетом Южно-уральского государственного университета (г. Челябинск). Она предназначена для управления различными компьютеризированными комплексами и служит заменой традиционному манипулятору — компьютерной мыши.

На повышение интенсификации сельскохозяйственного производства направлен проект, разработанный в Волгоградском государственном аграрном университете, — "Комплексное оснащение теплиц для возделывания артишока" (авторы А. Свиридов, А. Харченко и Т. Чистякова). В этом проекте для повышения урожайности и сокращения сроков созревания применены экономичные светодиодные светильники различных цветов, управляемые микроконтроллером (**фото на 3-й с. обложки**).

Частью энергосберегающей системы "умного дома" может стать "солнечный коллектор" (авторы А. Новожилов и В. Лупандин) — так названа разработка Мурманского государственного технического университета. Это устройство встраивают в оконный блок, и оно не только сохраняет тепло, но и использует энергию солнца для отопления помещения.

Экспонаты выставки отражали современный уровень развития науки и техники. Поэтому не осталось без внимания молодых исследователей и новое направление — элементы и устройства микросистемной техники (МСТ) или, как её часто называют, микро-электро-механические системы (МЭМС) или нано-электро-механические системы (НЭМС). Ярославский государственный университет имени П. Г. Демидова представил "Стенд для измерения динамических характеристик микро- и нано-механических устройств" (автор проекта аспирант И. Уваров). Основа этого стенда (**фото 7**) — лазер и фотоприёмник, а предназначен он для измерения резонансной частоты и добротности подвижных элементов МСТ. Одна из разработок Московского государственного технического университета радиотехники, электроники и автоматики (МГТУ МИРЭА) — "Автоматизированный двухфотонный сканирующий микроскоп для исследования органических и неорганических микроструктур функциональных материалов", её представил А. Кудрявцев (**фото 8**). Назначение микроскопа — сканирование поверхности с регистрацией излучения на определённых частотах.

Кроме экспозиции, на выставке проводилось множество различных мероприятий. Корпоративный университет ОАО "ОПК "Оборонпром" провёл деловую игру "Бережливый завод", в процессе которой юные участники "организовывали" производственный процесс на виртуальном заводе, учились находить потери и устранять их, проявляя свои конструкторские, менеджерские, маркетинговые знания и умения.

Традиционным мероприятием в рамках конкурсных программ НТТМ-2012 стал финальный отбор победителей по программе "У.М.Н.И.К." (Участник молодёжного научно-инновационного конкурса) фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере. Программа нацелена на выявление и воспитание кадрового резерва инновационных предпринимателей нашей страны и предусматривает финансирование в размере 200 тыс. руб. в год в течение двух лет. В этом году в финал вышел 31 проект, из которых экспертный совет, с учётом результатов рейтингового голосования, определил девять победителей. По окончании выставки подвели итоги и других конкурсных программ НТТМ-2012. Всего было вручено 100 медалей лауреатов НТТМ-2012 и 160 денежных премий по поддержке талантливой молодёжи. Поздравляем победителей с успехом!

Дополнительную информацию о НТТМ-2012, её истории, об участниках и планах на будущее можно найти на официальном сайте <**http://www.nttm-expo.ru**>.

Замена лампы светодиодом в фонаре-брелоке

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Несмотря на широкое распространение светодиодных фонарей, карманные фонари с лампами накаливания ещё есть в продаже. Например, удобны фонари-брелоки, поскольку питаются в большинстве случаев от одного гальванического элемента типоразмера AA или AAA. Светодиодные фонари аналогичного размера требуют для питания трёх или четырёх дисковых гальванических элементов малой ёмкости, которые при интенсивной эксплуатации необходимо часто менять. В продаже есть и светодиодные фонари с питанием от элемента напряжением 1,5 В и встроенным преобразователем напряжения, но стоимость их относительно велика.

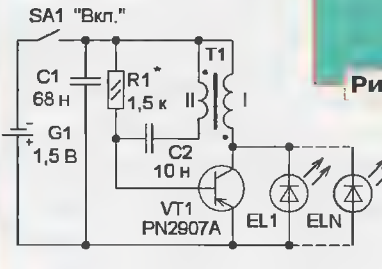


Рис. 1

Яркость фонаря-брелока с лампой накаливания оставляет желать лучшего, а потребляемый ток довольно большой, поскольку применены лампы накаливания на напряжение 1,5 В и ток 0,2...0,3 А. Кроме того, при разрядке элемента питания яркость существенно уменьшается. Всё это сокращает продолжительность непрерывной работы фонаря от одного элемента питания. К тому же, если лампа перегорит, приобрести её не всегда легко.

Выходом из этой ситуации может быть замена лампы накаливания светодиодом (или светодиодами) повышенной яркости свечения. Однако прямая замена невозможна, поскольку напряжения 1,5 В недостаточно для питания светодиода. Но если встроить в фонарь простейший повышающий преобразователь напряжения, такая замена становится возможной. Схема преобразователя показана на **рис. 1**, собран он по известной схеме блокинг-генератора и работает на частоте около 50 кГц. На светодиоды EL1—ELN через первичную обмотку трансформатора T1 поступает постоянное питающее напряжение. При работе блокинг-генератора к нему добавляется напряжение самоиндукции, возникающее на этой обмотке трансформатора при закрывании транзистора VT1. Суммарного напряжения оказывается достаточно для питания от одного до нескольких светодиодов. Следует отметить, что они вспыхивают с частотой генератора, но для глаза человека свечение кажется постоянным.

Рис. 2

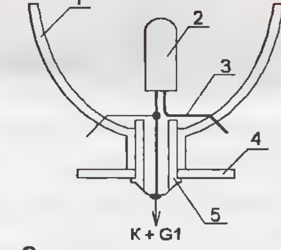


Рис. 3

Был доработан фонарь, показанный на **рис. 2**. Все элементы смонтированы методом навесного монтажа на пластмассовом отражателе. Их размещение условно показано на **рис. 3**. В исходной конструкции фонаря на цоколь 5 лампы накаливания надет латунный диск 4, к которому подходит подвижный контакт выключателя. Цоколь 5 плотно вставлен в отверстие в пластмассовом отражателе 1. Стеклянную колбу лампы аккуратно удаляют, и в цоколь 5 устанавливают вывод анода (припаивают к центральному контакту цоколя) светодиода 2. К выводу анода припаивают изолированный провод — плюсовую линию питания и выводят через отверстие в отражателе 1, вывод 3 катода также выводят через отверстие. Остальные элементы монтируют на тыльной стороне отражателя, используя вывод катода светодиода и диск 4 (минусовая линия питания) как опорные контактные площадки.



Рис. 4

Применены резистор Р1-4, конденсаторы К10-17. Для изготовления трансформатора использован дроссель EC24 индуктивностью 220...390 мкГн. Его обмотка будет первичной обмоткой трансформатора T1. На него наматывают 30...40 витков провода ПЭВ диаметром 0,07...0,1 мм и закрепляют клеем — это вторичная обмотка. Если позволяют размеры отражателя, можно установить три светодиода, соединённых параллельно. Транзистор PN2907A заменим на импульсный структуры p-n-p с напряжением насыщения коллектор—эмиттер не более 0,1 В при токе коллектора 50...100 мА. Близки по параметрам транзисторы серий КТ209, КТ502.

Поскольку направление намотки вторичной обмотки может оказаться любым (относительно первичной), её подключают так, чтобы генератор заработал. Подборкой рвзистора изменяют яркость свечения фонаря, но сопротивление этого резистора должно быть не менее 500 Ом. Подборкой конденсатора C2 можно изменять частоту генератора и оптимизировать режим его работы, добиваясь желаемой яркости при минимуме потребляемого тока. После проверки работоспособности элементы приклеивают термоклеем к отражателю. Внешний вид отражателя с установленными светодиодами и элементами преобразователя напряжения показан на **рис. 4**.

По сравнению с лампой накаливания яркость фонаря с тремя светодиодами возросла, а потребляемый ток составил 60 мА, т. е. уменьшился в пять раз. Кроме того, фонарь работоспособен при снижении напряжения питания до 1 В, поэтому в качестве элемента питания можно применить Ni-Cd или Ni-MH аккумулятор.

Таймер на микроконтроллере

С. РЫЧИХИН, г. Первоуральск Свердловской обл.

В журнале "Радио" было опубликовано немало описаний устройств, предназначенных для отсчёта временных интервалов, иначе называемых таймерами. Сложность их схем варьируется от простых, с времязадающими RC-цепями, до сложных на цифровых интегральных микросхемах с кварцевым генератором. В последнее время появились разработки конструкций таймеров на микроконтроллерах. Продолжая эту тему, автор предлагает ещё одну конструкцию, выполненную на микроконтроллере, в которой отсутствует кварцевый резонатор.

Таймер предназначен для использования в быту, например на кухне. Интервал изменения выдержек времени — от 1 до 100 мин при дискретности 1 мин. Схема устройства показана на **рис. 1**. В нём отсутствует кварцевый резонатор, а для формирования тактового сигнала использован RC-генератор, входящий в состав микроконтроллера. Стабильности частоты этого генератора вполне достаточно для такого таймера. Кроме того, для повышения точности отсчёта реализована возможность коррекции скорости счёта таймера. По окончании заранее установленного временного интервала таймер подаст звуковой сигнал и через определённое время перейдёт в "спящий" режим (Power Down), при котором энергопотребление мало (потребляемый ток — около 1 мкА), поэтому выключателя питания в устройстве нет.

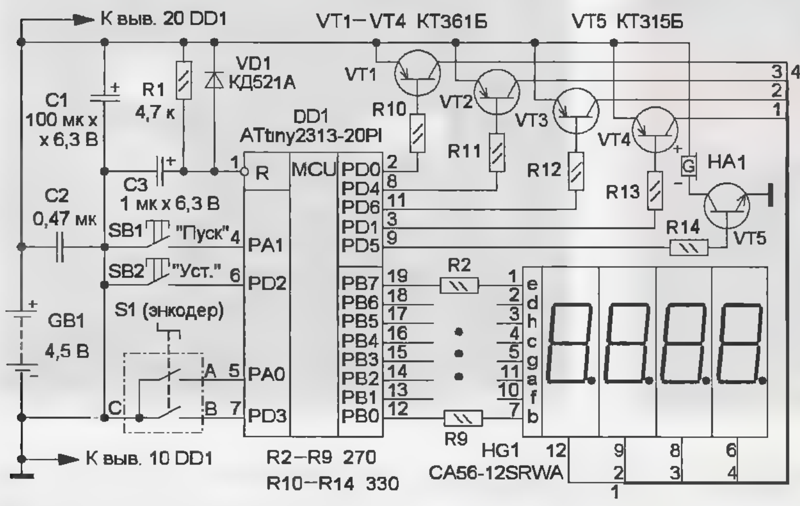
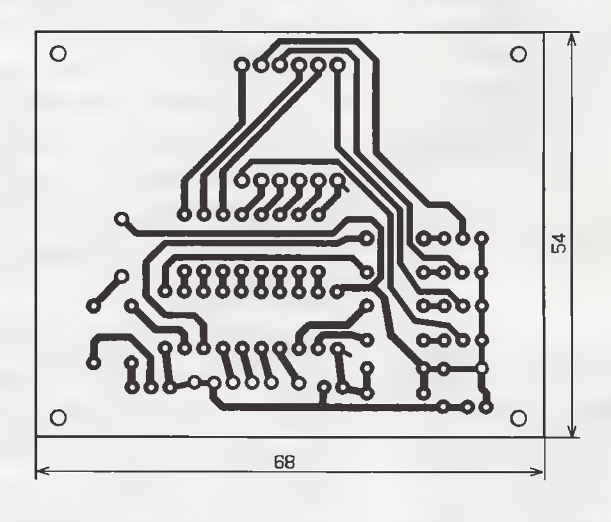


Рис. 1

В качестве устройства ввода информации в микроконтроллер применён энкодер (валкодер) S1. Для вывода информации предназначен четырёхразрядный светодиодный индикатор HG1, работающий в режиме динамической индикации. Его элементы (катоды светодиодов) подключены к линиям порта PB0—PB7 микроконтроллера, а транзисторы VT1—VT4 управляются сигналами с линий PD0, PD1, PD4, PD6 и подают питание на разряды индикатора. Сигнал окончания временно́го интервала поступает с линии порта PD5 на транзистор VT5, который подаёт питающее напряжение на акустический сигнализатор HA1 со встроенным генератором. Элементы R1, VD1, C1 формируют сигнал обнуления микроконтроллера.

После подачи питающего напряжения или кратковременного нажатия на кнопку SB2 "Установка" ("Уст.") на индикатор в течение 1,5 с выводится визуальный эффект "бегущий огонь". После чего таймер переходит в режим установки выдержки времени. Вращением ручки энкодера устанавливают нужное число минут и нажимают на кнопку SB1 "Пуск" — отсчёт времени начался. На индикаторе отображается оставшееся время в минутах и секундах. По окончании времени выдержки на индикатор выводятся мигающие символы "– 0 –" и звучит прерывистый звуковой сигнал. Приблизительно через минуту таймер выключится сам — микроконтроллер перейдёт в "спящий" режим. Приостановить работу таймера можно, нажав на кнопку SB2 "Уст.", и он перейдёт в режим установки времени. Если не нажимать на кнопки и не вращать энкодер, таймер через минуту также выключится.

В устройстве применены резисторы МЛТ, С2-23 или импортные, оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные,



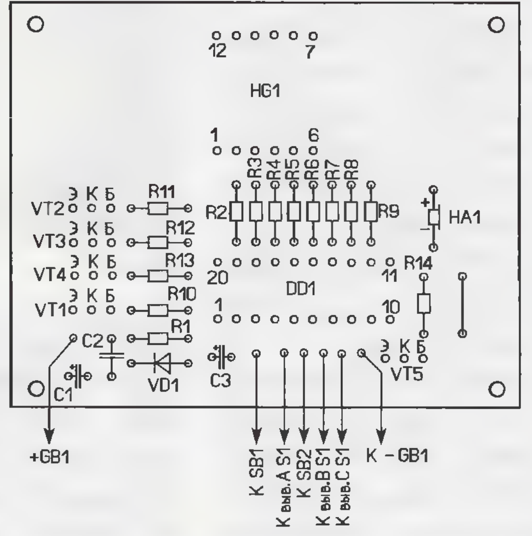
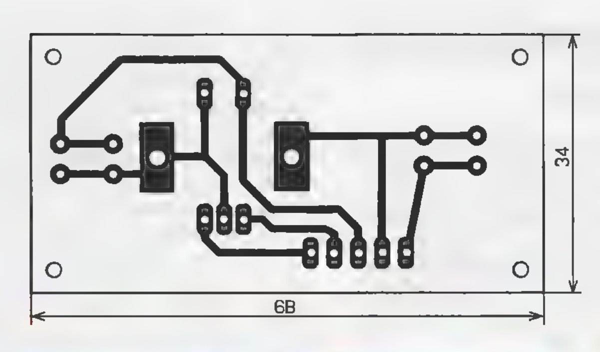


Рис. 2



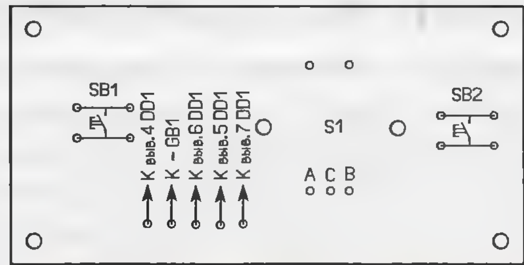


Рис. 3



Рис. 4



Рис. 6

С2 — К10-17. Замена диода КД522А — любым из серий КД509, КД510, КД522, КД521. Транзисторы КТ361Б можно заменить любыми серий КТ361, КТ3107, а КТ315Б — серий КТ315, КТ3102. Звуковой сигнализатор — EMX-7TA6SP, EMX-703SP, HPMX14AX. Кнопка SB1 (и SB2) — ПКн159, SWT-6 с длинным толкателем. В зависимости от типа применённого энкодера кнопка SB2 "Уст." может быть как встроенной в него, так и отдельной (аналогичной SB1), в последнем случае её размещают на плате рядом с энкодером. Можно применить энкодер без дополнительной кнопки PEC11-4115F-N0018 или с кнопкой PEC11-4115F-S0018 (на него рассчитана печатная плата на **рис. 2**).

Все элементы, кроме батареи питания, размещены на двух печатных платах, чертежи которых показаны на рис. 2 и **рис. 3**. Обратите внимание, что последовательно с акустическим излучателем НА1 включена перемычка, она заменяет резистор, который можно

- [ ] CKSEL0
- [ ] CKSEL1
- [x] CKSEL2
- [ ] CKSEL3
- [ ] SUT0
- [x] SUT1
- [x] CKOUT
- [ ] CKDIV8
- [x] RSTDISBL
- [x] BODLEVEL0
- [x] BODLEVEL1
- [x] BODLEVEL2
- [x] WDTON
- [ ] SPIEN
- [x] EESAVE
- [x] DWEN
- [x] SELFPRGEN

Рис. 5

установить для снижения громкости звукового сигнала. Платы вместе с держателем элементов батареи установлены в пластмассовом корпусе размерами 40×80×110 мм и соединены между собой изолированными проводами. В верхней крышке сделаны отверстия для индикатора, оси энкодера и толкателя кнопки. Питание таймера производится от батареи из трёх соединённых последовательно гальванических элементов типоразмера AAA. В режиме индикации потребляемый ток составляет 25...50 мА.

На **рис. 4** показаны платы устройства в сборе. Справа на плате микроконтроллера установлен разъём для его программирования. При повторении устройства этот разъём не обязателен, и на схеме и чертеже платы он не показан. На **рис. 5** — конфигурация микроконтроллера при его программировании. Полностью собранный таймер изображён на **рис. 6**.

По окончании сборки устройство начинает работать сразу после подачи питания. Но так как частота встроенного RC-генератора у различных экземпляров микроконтроллеров отличается, необходимо выполнить регулировку точности хода таймера. Для этого в устройстве предусмотрен режим коррекции. Для того чтобы войти в этот режим, нужно установить число 22 на

индикаторе и нажать на кнопку SB2 "Уст.". На индикаторе появится текущее значение константы коррекции, которая будет записана в регистре OCR1A таймера-счётчика T1 микроконтроллера. По умолчанию значение константы равно 2500. Энкодером изменяют это значение в бóльшую или меньшую сторону.

Точную цифру подбирают экспериментально. Для этого при первом включении, не изменяя константу, устанавливают выдержку 10 мин. Нажимают на кнопку SB1 "Пуск" и засекают точное время выдержки. Определив разницу хода в секундах, делят её на 600 и получают отклонение за 1 с. Поделив полученный результат на 0,000064, находят число, на которое следует изменить значение константы коррекции. Если таймер "спешит", значение константы увеличивают, если "отстаёт" — уменьшают. В авторском варианте таймера значение константы коррекции установлено 2917. Для выхода из режима коррекции нажимают на кнопку SB1 "Пуск", значение константы будет занесено в EEPROM микроконтроллера. В режиме коррекции функция автоматического отключения питания не действует. Если константа была скорректирована, об этом сообщит короткий звуковой сигнал, звучащий после подачи питающего напряжения. Визуальный эффект можно отключить, если в режиме установки времени выставить на индикаторе число 23, нажать на кнопку SB2 "Уст." и затем, установив 0 взамен 1, нажать на кнопку SB1 "Пуск".

От редакции. Программа для микроконтроллера таймера и видеоролик, иллюстрирующий его работу, находятся по адресу ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2012/09/timer.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Комнатный термометр с автономным питанием

С. ГЛИБИН, г. Москва

Предлагаемый термометр предназначен для измерения температуры в жилых помещениях. Для удобства считывания показаний в нём применены ЖКИ с высотой знака около 35 мм.

Измерение температуры в предлагаемом термометре основано на изменении сопротивления терморезистора, установленного в частотозадающую цепь генератора, при этом частота генератора становится зависимой от температуры. Измерив частоту, можно определить температуру. Если интервал измеряемой температуры небольшой, можно применить RC-генератор, собранный на одном или двух логических элементах [1], конденсаторе и терморезисторе с отрицательным ТКС (NTC). Измерение частоты в приборе происходит путём счёта импульсов генератора за определённый интервал времени.

По мнению автора, такой прибор должен работать без сетевого БП от автономного источника, например, от батареи гальванических элементов типоразмера AAA. Применение жидкокристаллических индикаторов (ЖКИ) и микросхем структуры КМОП обеспечит его работу от такого источника продолжительное время.

Схема прибора приведена на **рис. 1**. На логическом элементе DD1.1 — триггере Шмитта, конденсаторе C1, резисторах R1, R2 и диоде VD1 собран тактовый генератор. Такой генератор часто присутствует в цифровых устройствах. Его назначение — синхронизация во времени всех сигналов, вырабатываемых элементами и узлами устройства. Без этого зачастую невозможно появление в нужный момент времени того или иного сигнала, и правильная работа цифровых элементов, узлов, а значит, и самого устройства нарушится. О назначении цепи R2VD1 будет сказано далее. Импульсы с частотой около 100 Гц с выхода тактового генератора поступают на вход C счётчика DD2. С его выхода 2^0 прямоугольные импульсы частотой 50 Гц и скважностью 2 (меандр) поступают на подложку (Com) ЖКИ HG1 и HG2. Для таких индикаторов это напряжение называют напряжением возбуждения. Тот же сигнал поступает и на входы G счётчиков-преобразователей DD3, DD4, инвертируя сигналы на их выходах a—g с той же частотой, что необходимо для нормальной работы ЖКИ. Эти микросхемы преобразуют двоичный код в код управления семиэлементными ЖКИ.

С выхода 2^7 счётчика DD2 импульсы с периодом следования 2,5 с через дифференцирующую цепь R3R4C5 поступают на входы элемента DD1.2. Длительность низкого логического уровня (лог. 0) импульсов уменьшается этой цепью до 2,4 мс, поэтому на выходе элемента DD1.2 формируется последовательность импульсов с уровнем лог. 1 длительностью 2,4 мс и периодом следования 2,5 с. Эти импульсы поступают на вход элемента триггера Шмитта DD1.3. На этом элементе, конденсаторе C2 и терморезисторе RK1 собран термозависимый генератор (далее генератор), частота которого зависит от температуры окружающей среды и при 25 °C равна примерно 11 кГц. С повышением температуры сопротивление терморезистора уменьшается и частота генератора увеличивается. Поскольку зависимость сопротивления терморезистора от температуры нелинейная и применён двухразрядный индикатор, погрешность измерения на краях интервала температуры 10...50 °C примерно равна ±2 °C.

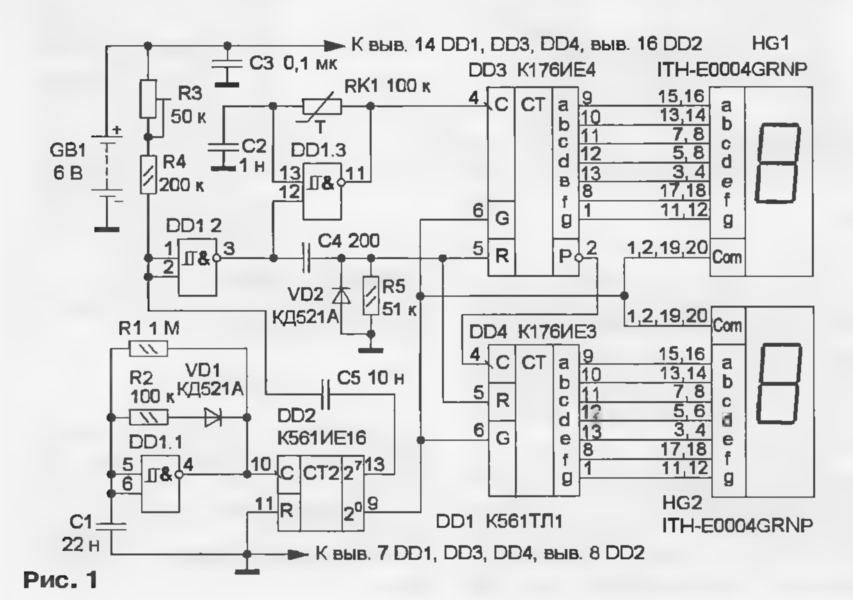


Рис. 1

Работа генератора возможна только при напряжении лог. 1 на нижнем по схеме входе (выводе 12) элемента DD1.3. Поэтому его выходные импульсы поступают на вход С счётчика-преобразователя DD3 только в течение 2,4 мс через каждые 2,5 с. Параметры элементов цепей R3R4C5 и RK1C2 подобраны так, что число импульсов на выходе генератора за это время численно равно температуре в градусах Цельсия. С выхода Р счётчика-преобразователя DD3 импульсы, с частотой в десять раз меньшей частоты генератора, поступают на вход С счётчика-преобразователя DD4, который управляет ЖКИ HG2. Поэтому на ЖКИ HG1 и HG2 отображается измеренное прибором число импульсов, а следовательно, и температура.

Для обновления показаний через каждые 2,5 с счётчики обнуляются. Импульс обнуления длительностью 7 мкс формирует дифференцирующая цепь R5C4. Следует отметить, что состояние выходов счётчиков-преобразователей DD3 и DD4 изменяется по спадам входных импульсов на входе С. Импульс обнуления совпадает по времени со спадом первого импульса генератора на элементе DD1.3, поэтому этот импульс счётчик DD3 пропускает. Это приводит к тому, что при снижении сопротивления терморезистора в два раза узел сосчитает на один импульс больше и, наоборот, при увеличении — на один меньше. Такое схемное решение уменьшает погрешность прибора на границах измеряемого интервала температуры.

Устройство собрано на макетной печатной плате (**рис. 2**) размерами 57×67 мм с применением проводного монтажа. На **рис. 3** показан чертёж односторонней печатной платы. Изготавливают её из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм. Применены постоянные резисторы С2-33, МЛТ, подстроечный — 3303W фирмы Bourns. Диоды могут быть любые импульсные маломощные. Конденсаторы — керамические любого типа, причём С1 и С2 желательны с малым и одинаковым ТКЕ. Микросхему К561ТЛ1 можно заменить на CD4093, HEF4093, К176ИЕ3 — на К176ИЕ4, К561ИЕ16 — на К561ИЕ20, КР1561ИЕ20, CD4020, CD4040. Терморезистор — В57164-К 100 кОм, именно для такого сопротивления подобраны номиналы резисторов R3 и R4. Можно применить терморезистор с сопротивлением от 47 до 510 кОм, но тогда следует пропорционально изменить номиналы этих резисторов.

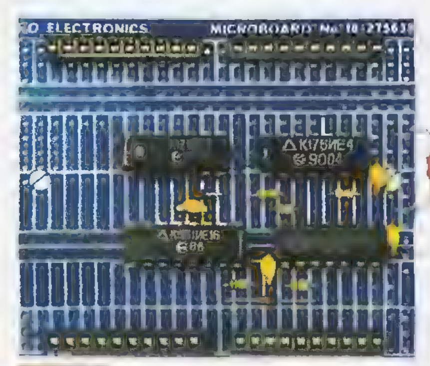
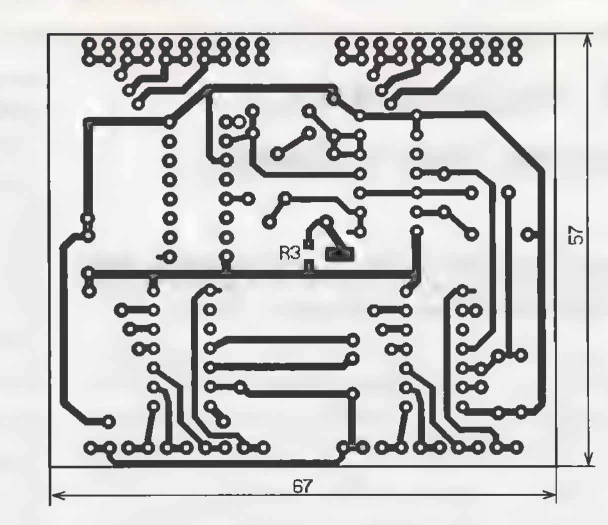


Рис. 2



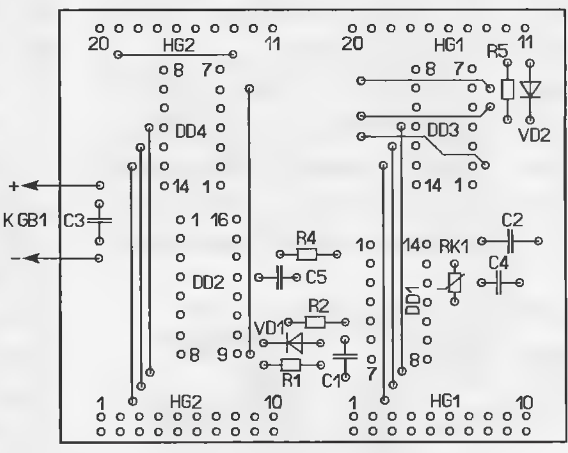


Рис. 3

Батарея питания составлена из четырёх гальванических элементов типоразмера ААА или АА, для их размещения применена специальная кассета, которую крепят термоклеем к плате после налаживания устройства.

ЖКИ установлены в гнёзда, изготовленные из панелей (лучше двадцативыводные) для микросхем в DIP-корпусах. Панели распиливают вдоль на две части и удаляют лишние пластмассовые фрагменты. Индикаторы заменимы любыми из серии ITH-E0004xxx, но они выпускаются различными производителями и могут различаться расстоянием между рядами выводов. На этот случай на печатной плате предусмотрены два ряда отверстий для их выводов 1—10. При монтаже на макетной плате можно задействовать любые из выводов 1, 2, 19, 20 (Com) индикаторов. На печатной плате (рис. 3) подключены выводы 19 и 20, а 1 и 2 оставлены свободными.

Налаживание начинают с проверки потребляемого тока, при напряжении питания 6 В он должен быть 40...45 мкА. Выше упоминалось о цепи R2VD1. Её назначение — снизить ток тактового генератора. При входном напряжении, близком к пороговым значениям, ток, потребляемый элементом DD1.1, различен. Для примера на рис. 6—8 в [2] показаны зависимости потребляемого тока от входного напряжения. Если время нахождения этого элемента вблизи порога с большим потреблением тока снизить, уменьшится и средний потребляемый ток. Поэтому диод VD1 включают так, чтобы потребляемый устройством ток был минимален. Далее резистором R3 выравнивают показания индикаторов HG1, HG2 и образцового термометра. Устройство сохраняет работоспособность при изменении напряжения питания от 5 до 10 В, поэтому можно применить другие источники питания.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Хабаров А.** Термометр-приставка к компьютеру, подключаемая через звуковую карту. — Радио, 2012, № 4, с. 49, 50.

2. HEF4093B gates. Quadruple 2-input NAND Schmitt trigger. — <**http://www.htmldatasheet.ru/philips/hef4093.htm**>.



Елец: позывные над стадионом

Игорь ГРИГОРЬЕВ (RV3DA), г. Коломна, Московская обл.

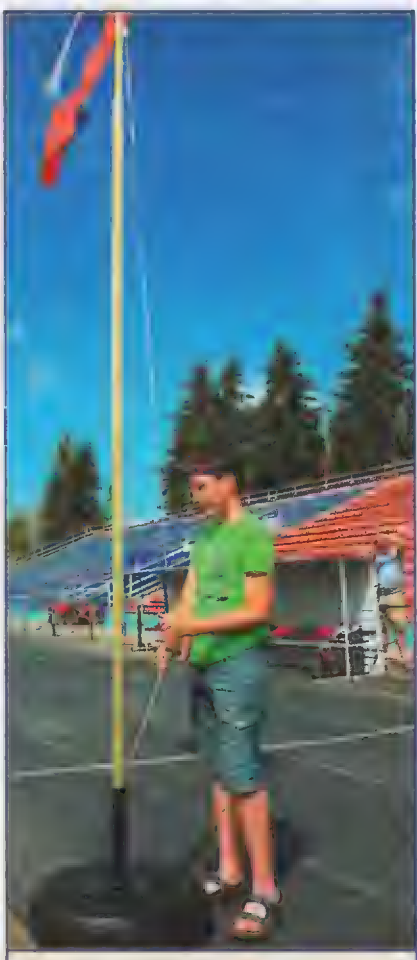
Несколько лет подмосковные радиолюбители отрабатывали вариант проведения очных соревнований по радиосвязи на ультракоротких волнах. Ежегодные мероприятия в Щёлково (об одном мы рассказывали в предыдущем номере журнала) стали уже традиционными и вызывают большой интерес у молодых спортсменов Подмосковья. В этом году Союз радиолюбителей России пошёл дальше и провёл первое первенство страны в этом виде радиоспорта. О том, как оно проходило, рассказывает председатель комитета СРР по работе с молодёжью.

В июле в Ельце состоялось первое официальное первенство России по радиосвязи на УКВ. У радиоспорта появились и получили одобрение официальных инстанций новые соревнования, возникшие по инициативе УКВ и молодёжного комитетов Союза радиолюбителей России. В этом году они впервые включены в официальный календарь Минспорттуризма (т. е. получили официальный статус) и, как следствие, их победителям и призерам были вручены медали и дипломы с подписью министра спорта России.

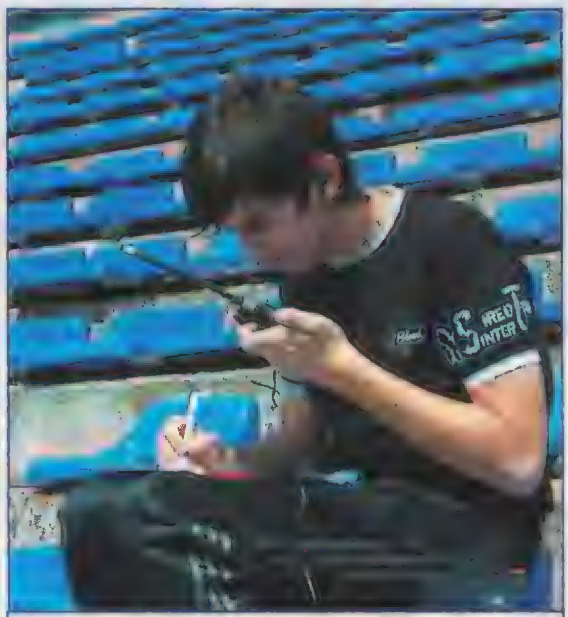
К борьбе спортсмены готовы.

Соревнования эти особенные, но не столько по своей программе, сколько по месту проведения. Всё, что происходило на трибунах прекрасно оборудованного стадиона в Ельце, знакомо читателям журнала по аналогичным молодёжным соревнованиям, ведущим свою традицию от "Белого озера" через подмосковные Белоомут и Щёлково. Журнал постоянно рассказывает об этих соревнованиях. Всё те же пятиваттные УКВ-ЧМ радиостанции, тот же диапазон 144 МГц, те же "чудо-антенны" от организаторов, то же программное обеспечение. Только обстановка и участники другие.

Дело в том, что Елец очень удобен для того, чтобы туда приехать. С юга на север через него проходит железная дорога, а недавно отремонтированная магистраль М-4, на которой даже вечером в пятницу со стороны Москвы не бывает пробок, позволяет очень быстро домчаться на автомобиле. Но даже не это главное. Главное в том, что именно там в это же самое время на прилегающих к Ельцу полях проходят самые важные УКВ соревнования спортивного



Флаг первенства поднимает самый юный участник Даниил Рочев (UB3GAA).



Олег Краснюк ещё не знает, что он будет лучшим.



Георгий Сурин (RN3DNM) и Андрей Костюченко (RT3DX) победили в командном зачёте.

года — Очный чемпионат России. Поэтому молодым спортсменам можно приехать с взрослой командой и не только выполнять свою работу в группе поддержки участников чемпионата, но и самому побороться за медали, не менее важные, чем те, за которые борются взрослые.

По времени первенство России, проходящее на стадионе в Ельце, совпадает с временем работы технической комиссии чемпионата. Иными словами, после окончания первенства можно успеть вернуться на позицию к взрослым и стать свидетелем захватывающей борьбы в эфире. А можно приехать только для участия в первенстве и на несколько дней остановиться в гостинице, как это сделала команда Ставропольского края.

На первом первенстве России по радиосвязи на УКВ собрались четыре команды, представлявшие Ставропольский край, Липецкую и Московскую области, а также город Москву. Всего участвовали в первенстве девять радиостанций, так же, кстати, как и в чемпионате. Открыл первенство председатель комитета по спорту г. Ельца Дмитрий Викторович Савчишкин. Участников соревнований приветствовал главный судья Сергей Жутяев (RW3BP), после чего под звуки гимна России самый молодой участник первенства Даниил Рочев (UB3GAA) поднял флаг соревнований.

После жеребьёвки и сверки часов участники заняли свои места на трибунах и эфир над стадионом заполнился позывными и контрольными номерами. Борьба была острой и бескомпромиссной. Лидеры провели приблизительно одинаковое число связей, временами поддерживая темп до трёх связей в минуту. В таких соревнованиях всё решает подтверждаемость — качество работы в эфире. Очень быстро закончились сорок минут, выделенные для эфирной части соревнований, и участники направились в компьютерный класс, находящийся рядом со стадионом, вводить свои отчёты в компьютеры. Класс был предоставлен председателем местного отделения ДОСААФ России г. Ельца Владимиром Васильевичем Льготкиным, а его заместитель Александра Васильевна Митусова сделала всё, чтобы участники соревнований чувствовали себя, как дома: большой вентилятор и огромный чайник с вкусным напитком в тридцатиградусную жару были совсем не лишними.

Судейская программа, разработанная Ренатом Аймальдиновым (R3BA), показала, что первым победителем первенства России по радиосвязи на УКВ стал воспитанник молодёжного коллектива RK6HXA из Ставропольского края Олег Краснюк. На втором и третьем местах — опытные подмосковные спортсмены Андрей Костюченко (RT3DX) и Георгий Сурин (RN3DNM). Лучший результат среди участников, чей возраст не превышает 15 лет, показал Артём Дмитриев (RD3ADS) из Москвы.

В командном зачёте победила команда Московской области, на втором месте — Ставропольский край и на третьем — хозяева соревнований, представляющие Липецкую область.

Сразу после вручения медалей и дипломов часть ребят отправилась вместе с Дмитрием Дмитриевым (RA3AQ) на позиции участников чемпионата России.

Эти соревнования не состоялись бы без огромной подготовительной работы, проделанной председателем регионального отделения СРР по Липецкой области, главным специалистом РО ДОСААФ России Липецкой области Игорем Мазаевым (UA3GGO) и одним из ведущих спортсменов области Игорем Насоновым (UG3G). Спасибо им!

Союз радиолюбителей России решил сделать эти соревнования регулярными и приглашает всех молодых радиоспортсменов 1994 года рождения и моложе принять участие в первенстве России 2013 г., которое будет проходить в гостеприимном Ельце 6 июля одновременно с Очным чемпионатом России по радиосвязи на ультракоротких волнах.

Всё что для этого нужно — портативная радиостанция двухметрового диапазона и желание. Кстати, участники с одинаковым успехом использовали самые разнообразные портативные радиостанции от привычных VERTEX STANDARD, ICOM и KENWOOD до китайских BAOFENG и российских "Гранит".

До встречи в Ельце в июле 2013 года!

Фотографии Дмитрия Дмитриева (RA3AQ).



Мемориал А. С. Попова — год 2012-й

Борис СТЕПАНОВ (RU3AX), г. Москва

Когда в начале лета 1956 г. советским коротковолновикам разрешили работать с их коллегами практически во всех странах мира (а не только с "соцлагерем"), встал вопрос о том, что родине Александра Степановича Попова негоже не иметь международных соревнований по радиосвязи на коротких волнах. Вскоре было принято решение о проведении Центральным радиоклубом СССР таких соревнований, которые получили название CQ-M CONTEST. За выбором даты вопрос решался просто — конечно, поближе к Дню радио. Они проводятся и по сей день во вторые субботу—воскресенье мая, но их связь с нашим радиолюбительским праздником, скажем прямо, ослабла.

И это не удивительно. В мае, буквально через несколько дней после Дня радио, страна отмечает День Победы. С середины 70-х годов в начале мая стал проводиться мемориал "Победа". В программу этого большого и значимого мероприятия включили и проходящие в преддверии этого большого праздника соревнования CQ-M CONTEST, поэтому их изначальная привязка к Дню радио как-то отошла на второй план.

Вот почему в год, когда отмечалось 150-летие со дня рождения Александра Степановича Попова, редакция журнала "Радио" решила выпустить памятный диплом и провести мемориальные соревнования по радиосвязи на коротких волнах, которые посвящены нашему замечательному соотечественнику.

Соревнования пришлись по душе радиолюбителям, и мы решили проводить их ежегодно. В начале этого года редакция журнала "Радио" обратилась в Минкомсвязи РФ с предложением поддержать мемориал А. С. Попова и выделить для его участников памятные награды. Наше обращение получило полное понимание и поддержку, и начиная с этого года, помимо наград, установленных в соревнованиях их организатором — редакцией журнала "Радио", присуждаются памятные награды Минкомсвязи РФ и ФГУП "ГРЧЦ". Их обладателями станут спортсмены и команды, показавшие лучшие результаты в Федеральных округах России, а также лучшие спортсмены и команды среди иностранных участников.

В этом году в соревнованиях приняли участие спортсмены из 12 стран: России, Украины, Республики Беларуси, Казахстана, Молдовы, Узбекистана, Эстонии, Латвии, Болгарии, Польши, Германии и Японии. Всего поступило 167 отчётов.

В группе станций, работавших телеграфом и телефоном, лучшим был Александр Сухарев (RO9O) из Новосибирска. Среди тех, кто выступал в группе CW, победил Владимир Штин (EW8EW) из Гомеля. А у "телефонистов" лидировал Алексей Попов (RC6U) из посёлка Лиман Астраханской области.

У команд коллективных станций лучший результат показала команда RA9A Челябинского радиотехникума, а среди молодёжных коллективов — команда RK3SWS юношеского радиоклуба "Мечта" из г. Касимов Рязанской области.

По федеральным округам России лучшими были:

- Дальневосточный федеральный округ — команда радиостанции RW0CWA;
- Приволжский федеральный округ — Вадим Травин (RX4W) и команда радиостанции RF4M;
- Северо-Западный федеральный округ — Владимир Коняев (UA1AAU) и команда радиостанции RK1QWX;
- Северо-Кавказский федеральный округ — Константин Румянцев (RN7F);
- Сибирский федеральный округ — Александр Сухарев (RO9O) и команда радиостанции RZ9UWZ;
- Уральский федеральный округ — Андрей Селин (UA9AL) и команда радиостанции RA9A;
- Центральный федеральный округ — Юрий Сидоров (RA3NC) и команда радиостанции RK3DXW;
- Южный федеральный округ — Сергей Карабут (R7AW) и команда радиостанции RK6LWW.

Среди иностранных участников лучшим был болгарин Илья Гецов (LZ4UU).

Результаты всех участников по группам приведены в **таблице**.

В таблице по группам приведены место, позывной, число связей, результат.

SINGLE-OP CW

1	EW8EW	174	6230
2	RK6HG	169	6044
3	RN6A	158	5724
4	R6YY	134	4837
5	R9AX	131	4766
6	UD3D	135	4765
7	RN9RF	124	4484
8	UK8AR	119	4432
9	R3QA	123	4373
10	RN6MA	119	4239
11	UA4FCO	119	4234
12	UA2FL	119	4169
13	RW3AI	117	4128
14	UR7MZ	113	4033
15	RX9CC	109	3944
16	RD9CX	103	3826
17	UN7FW	104	3825
18	RA1OT	105	3687
19	R8XF	98	3600
20	UA9WOB	95	3539
21	SP1AEN	96	3467
22	RM5Z	88	3188
23	R9RT	90	3154
24	UR5LF	85	3071
25	RX0SA	81	2952
26	UA3QGT	80	2892
27	UA9CU	79	2856
28	UT1IM	81	2809
29	RM3Z	78	2784
30	UA0LNO	76	2644
31	RW2L	72	2609
32	UA4ALI	72	2506
33	R5ZAA	70	2502
34	UA1OAM	69	2455
35	RA9UN	64	2429
36	ES4RX	64	2421
37	RX9CM	59	2133
38	UA9FGJ	62	2130
39	RA6HSM	60	2125
40	RV0CD	59	2063
41	UR4MF	57	2044
42	RA6IGE	58	2040
43	RU4CR	55	2006
44	RA9AP	58	1971
45	UY7N	56	1901
46	UT2LY	54	1899
47	YL3DX	53	1887
48	UA0CHE	54	1878
49	EU6AA	50	1843
50	RA9MX	49	1837
51	UN7EX	49	1749
52	RV9CVA	48	1709
53	UR5NGT	49	1660
54	RA0AR	45	1653
55	UN7ID	49	1644
56	EW8OF	43	1641
57	UA6HFI	42	1560
58	UU9JK	40	1485
59	ER2RM	41	1484
60	LZ7H	43	1481
61	LZ2FM	38	1445
62	R1ND	36	1277
63	UR5IFM	35	1143
64	R7AO	31	1136
65	UA9XBJ	31	1078
66	UA3LDU/3	27	1003
67	RZ6AK	27	917
68	RT1A	24	840
69	UX2IJ	24	810
70	EW6GF	20	760
71	UA3AAJ	19	688
72	EW2EG	17	610
73	UT3EK	16	558
74	UX1IB	14	451
75	JF1KWG	13	441
76	LZ5XQ	11	439
77	UA0LSK	8	267
78	UY7IS	8	254
79	JS1IFK	6	201
80	RA4LO	4	125

SINGLE-OP SSB

1	RC6U	108	3055
2	R9OAZ	65	1927
3	RA9ODW	60	1825
4	RA9SFU	58	1746
5	RD6YY/1	54	1733
6	RW0UU	56	1505
7	RL3ZH	57	1501
8	RN4ACX	52	1375
9	RN1AF	45	1307
10	RA3GX	46	1259
11	U1BD	41	1153
12	RL6MA	39	1137
13	RADUJ	39	1079
14	UA6HML	38	1059
15	RA3VFF	30	995
16	RA6HQY	35	952
17	RN3ZC	33	929
18	UA3EVG	31	880
19	UA0OE	32	867

20	R9FR	28	861
21	RX9CCJ	29	829
22	DL6ZFG	28	816
23	UA3YLM	28	804
24	RN3DHL	31	785
25	RX9KD	24	719
26	RU4CQ	23	549
27	RA3ZMW	21	534
28	R3OA	17	524
29	RX6LDQ	16	415
30	RV6ACC	13	215

SINGLE-OP MIXED

1	RO9O	262	8673
2	RM9U	233	7890
3	R7AW	223	7574
4	RN7F	224	7450
5	RX4W	225	7437
6	R7MM	175	5763
7	RD0A	160	5468
8	RU9WZ	141	5116
9	RW6HJV/6	148	5077
10	RT4W	153	5060
11	UA9AL	146	5012
12	R7FF	142	4611
13	R8US	119	4208
14	LZ4UU	116	4155
15	UA9AU	101	3470
16	R9QQ	98	3372
17	RA3NC	97	3295
18	RN3BO	99	3246
19	UA1AAU	85	3018
20	RK9UE	81	2864
21	R4NX	91	2858
22	RK1NA	80	2786
23	UT0NT	78	2575
24	RA3ID	74	2525
25	UN8PT	73	2503
26	RA9XA	59	1961
27	RA3TT	52	1864
28	RV3ZN	48	1704
29	R7MC	50	1692
30	RU3MS	39	1321
31	UX6VA	12	421

MULTI-OP

1	RA9A	311	10625
2	RF9C	250	8287
3	RZ9UWZ	229	7813
4	RK9QWM	224	7735
5	RF4M	216	7347
6	RW0CWA	181	6314
7	RK3DXW	141	4513
8	EW8ZO	54	1691
9	UN8TD	29	802
10	RZ3AXI	29	797

JR SINGLE-OP

1	RN6HDA	23	642

JR MULTI-OP

1	RK3SWS	91	2715
2	RK9CYA	75	2122
3	RK1QWX	58	1810
4	RK3XWL	56	1606
5	RK6LWW	34	956

SWL

1	R9O-11	35	1016

CHECKLOG

UA3IJC, UA3YDH, UA1ZZ, UA4NBA, UA9FM, RW0AF, S51DI, UA1AJ, TA7/RA9CKQ, RV4CT, UU9CI, UX1BZ, UT3N, YL2TD, UA9OJE, UN/RT9T, US1MY, UR7QM, 5B4AJC, IK2TKX, IK7FVF, HL1IBG, IZ0TZI, JA1HOE, DL6FAX, F5GPE, EY8AN, RU3SD, RA9OFA, RC8I, R6CW, RK3SWB, OK1PFM, R2SA, R4II, R3DCX.

Новости СРР

В июле прошли чемпионат и первенство России по скоростной радиотелеграфии. Они проводились на базе Пензенской ДЮСТШ по радиоспорту. В соревнованиях приняли участие спортсмены из шести регионов России: Воронежской, Калининградской, Кемеровской, Свердловской и Пензенской областей, а также Республики Марий Эл. В командном зачёте первое место заняла Пензенская область, второе — Свердловская область, третье — Воронежская область. Чемпионами России стали мастера спорта международного класса Омари Садуков и Юлия Вязовская, а в первенстве страны лидировали мастера спорта Алексей Постнов и Анна Садукова. По результатам этих соревнований будет сформирована сборная команда России для участия в X чемпионате мира, который пройдёт с 17-го по 21 октября в Швейцарии.

В начале лета после введения в действие новой процедуры проверки квалификации радиолюбителей, подготовленной рабочей группой СРР, начали работу квалификационные комиссии в отделениях СРР и предприятиях радиочастотной службы.

В августе, например, квалификационная комиссия РО СРР по Красноярскому краю впервые провела работы по проверке в соответствии с новыми правилами квалификации радиооператоров любительской службы. На проверку пришли пятеро молодых ребят, желающих получить радиолюбительский позывной. Четверо из них продемонстрировали требуемый уровень квалификации. Квалификационная комиссия РО СРР по Томской области на первом заседании принимала экзамены у четырёх начинающих радиолюбителей. Трое из них успешно прошли проверку. В обоих субъектах РФ предприятия радиочастотной службы принимают результаты работ, выполненных комиссиями структурных подразделений СРР, и выдают свидетельства об образовании позывного сигнала для любительской радиостанции.

Премьер-министром Сербии стал Ивица Дачич. Он имеет радиолюбительский позывной (YU1YU), является членом Союза радиолюбителей Сербии (SRS) и членом местного клуба YU1AAV, основанного в 1978 г. В этом клубе дети изучают азбуку Морзе и приобретают навыки в спортивной радиопеленгации.

Возбудитель передатчика диапазона 136 кГц, или готовимся к выходу в ДВ эфир

Александр КУДРЯВЦЕВ (RN3AUS), г. Москва

Автор опубликованной статьи "Приёмник и антенна диапазона 136 кГц, или с чего начать освоение ДВ..." ("Радио", 2011, № 12, с. 54—57; 2012, № 1, с. 61—63) предлагает читателям свою новую разработку — возбудитель передатчика диапазона 136 кГц и управляющую им компьютерную программу, реализующую многие популярные среди радиолюбителей форматы передачи информации на длинных волнах.

У радиолюбителя, осваивающего ДВ диапазон, после первых успешных опытов приёма любительских сигналов зачастую появляется желание и самому начать работать на передачу, но возникает проблема — как формировать сигнал, который должен иметь большую стабильность частоты? Можно, конечно, собрать кварцевый генератор с делителем частоты и работать только на одной частоте и только в режиме сверхмедленного CW (QRSS). Можно использовать сигнал коротковолнового трансивера с последующим делением его частоты, но это не всегда удобно и не у всех такой трансивер есть. Значительно лучшим решением будет создание отдельного специализированного устройства на основе прямого цифрового синтеза (DDS).

Весьма удачный вариант предложил несколько лет назад EW6GB [1]. Это простое устройство на одном микроконтроллере обеспечивает формирование сигналов в режимах QRSS и DFCW. На его основе мною была разработана законченная конструкция и написана управляющая компьютерная программа, позволяющая работать практически во всех используемых на ДВ режимах. Программа микроконтроллера значительно переработана, в неё дополнительно введено формирование фазоманипулированного сигнала.

Предлагаемый возбудитель обеспечивает долговременную стабильность частоты сигнала не хуже 0,1 Гц за сутки (после первоначального 10-минутного прогрева), шаг установки частоты 0,07 Гц, выходную мощность около 150 мВт на нагрузке 50 Ом в диапазоне от 50 до 300 кГц, а также управление внешним усилителем мощности. Выход возбудителя имеет элементы защиты от воздействия внешнего импульсного напряжения и защиту по току. Управляющая компьютерная программа обеспечивает формирование сигналов в режимах CW, QRSS, DFCW, HELL, а также PSK, OPERA, WOLF и MFSK-37.

Управляют возбудителем через COM-порт компьютера. Подключать его к компьютеру, не имеющему такого порта, удобно с помощью преобразователя USB-COM, в продаже имеются различные модели таких преобразователей. Я пользовался совместимым с драйвером "Prolific". Предусмотрена также возможность применения автономного управляющего терминала (на микроконтроллере). Напряжение питания для него — 12 В с защитой от замыкания — выведено на неиспользуемые контакты разъёма COM-порта.

Возбудитель соединяют с усилителем мощности коаксиальным кабелем, длина которого может достигать 50 м, что бывает удобно, если усилитель мощности и удлиняющая антенну катушка находятся в отдалении от основного рабочего места. Усилитель мощности может быть нелинейным, так как все формируемые сигналы имеют постоянную амплитуду.

Схема возбудителя изображена на **рис. 1**. Дискретные отсчёты синусоиды нужной частоты формирует программно по принципу DDS микроконтроллер DD1 (ATTiny2313-20PU). Их преобразует

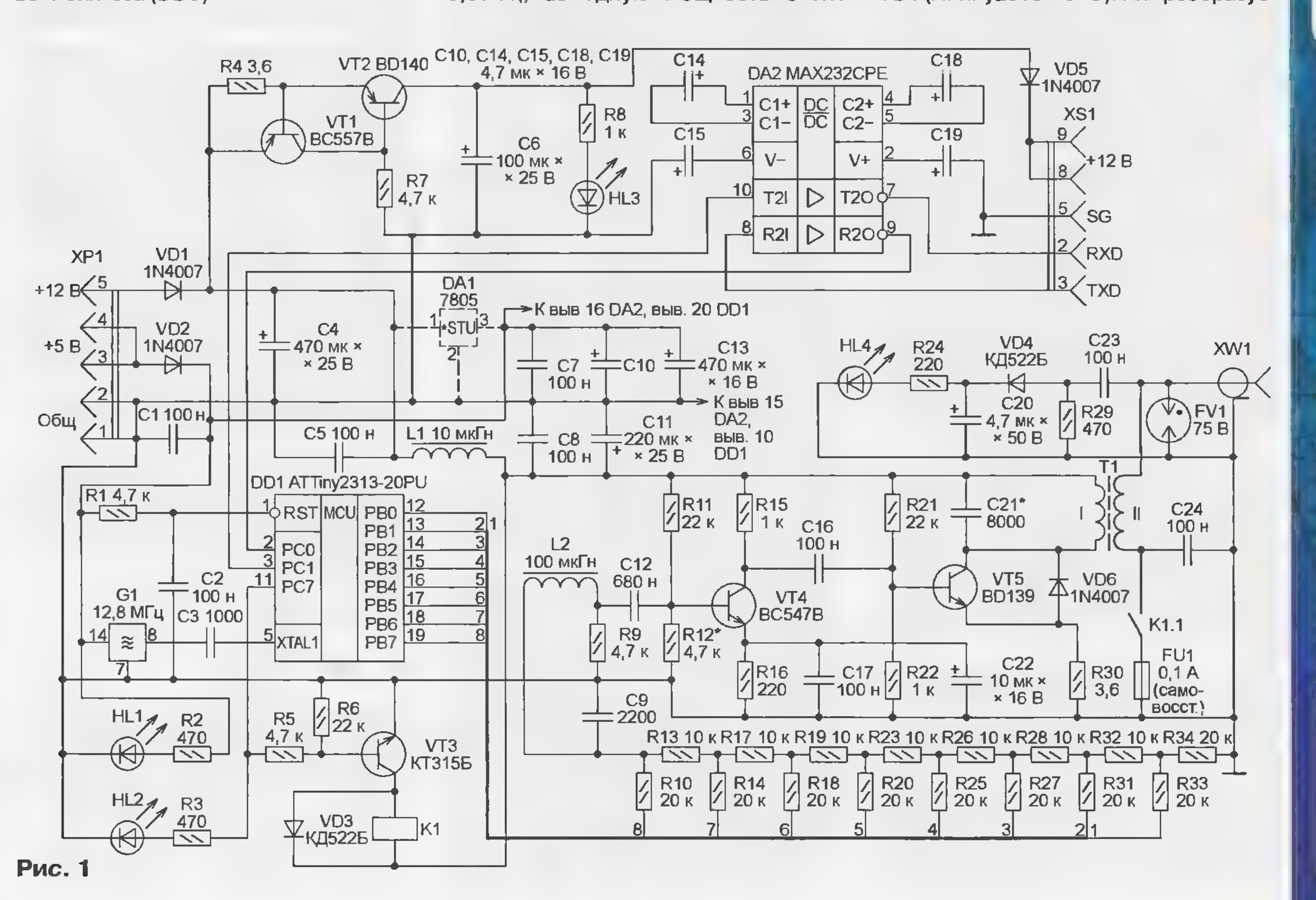


Рис. 1

в аналоговый сигнал восьмиразрядный ЦАП на резисторной матрице R-2R (R10, R13, R14, R17—R20, R23, R25—R28, R31—R34). С выхода ЦАП через фильтр C9L2 и разделительный конденсатор C12 сигнал поступает на предварительный усилитель на транзисторе VT4. Он работает в классе А, линейно усиливая сигнал. Резисторы R11 и R12 задают рабочую точку транзистора. Подборкой одного из них (R12) устанавливают постоянное напряжение на коллекторе транзистора VT4 равным 5 В. Резистор R16, зашунтированный по переменному току конденсаторами C17 и C22, создаёт отрицательную обратную связь по постоянному току, стабилизирующую рабочую точку усилителя при изменении температуры.

Коллекторной нагрузкой транзистора VT4 служит резистор R15. С него через разделительный конденсатор C16 усиленный сигнал поступает на оконечный усилитель на мощном транзисторе VT5. Резисторы R21 и R22 создают на его базе небольшое начальное смещение (около 0,4 В). Благодаря ему в отсутствие сигнала транзистор VT5 находится на пороге открывания. Резистор R30 обеспечивает отрицательную обратную связь по постоянному и переменному току, способствуя стабильной работе усилителя, в том числе при изменении теплового режима.

В коллекторную цепь транзистора VT5 включена обмотка I высокочастотного трансформатора T1. Конденсатором C21 она настроена на частоту сигнала, что улучшает его форму, подавляя выбросы. Диод VD6 защищает транзистор VT5 от работы в инверсном режиме. Конденсаторы C4, C5, C8, C11 и дроссель L1 образуют фильтр, защищающий остальные части устройства от возможных ВЧ наводок по цепи питания.

С обмотки II трансформатора T1 сигнал подан на выходной разъём XW1, а также (через конденсатор C23) на амплитудный детектор на диоде VD4 со сглаживающим конденсатором C20. Продетектированный сигнал напряжением около 6...7 В поступает через ограничивающий резистор R24 на светодиод HL4, который выведен на лицевую панель, он предназначен для индикации наличия выходного сигнала. Резистор R29 замыкает цепь выходного тока детектора, а также служит нагрузкой возбудителя на "холостом ходу".

Непосредственно у разъёма XW1 установлен газовый разрядник FV1 с напряжением пробоя 75 В, защищающий возбудитель от воздействия коротких высоковольтных импульсов, которые могут поступать на разъём извне. Нижний по схеме вывод обмотки II трансформатора конденсатором C24 соединён по высокой частоте с общим проводом.

На транзисторе VT3 и реле K1 собран узел управления внешним усилителем мощности. Когда этот усилитель должен быть выключен (находиться в режиме приёма), контакты K1.1 реле разомкнуты. Когда усилитель нужно включить, микроконтроллер DD1 по команде от компьютера устанавливает на своём выходе PC7 (выводе 11) высокий уровень напряжения. В результате включается светодиод HL2 и открывается транзистор VT3, что приводит к срабатыванию реле K1 и замыканию его контактами выходной цепи возбудителя по постоянному току. Это имитирует сигнал PTT, включающий усилитель мощности, соединённый коаксиальным кабелем по схеме, подобной изображённой на **рис. 2**, с выходом возбудителя.

Рис. 2

Для защиты выхода от чрезмерного постоянного тока служит самовосстанавливающийся предохранитель FU1, вместо которого можно установить резистор сопротивлением 100...300 Ом, ограничивающий ток до значения, достаточного для срабатывания внешнего реле (K1 на рис. 2), но безопасного для возбудителя. Диод VD3 защищает транзистор VT3 от выброса напряжения самоиндукции на обмотке реле.

Разъём XS1 соединяют непосредственно или модемным (без перекрёстных связей) кабелем с разъёмом COM-порта компьютера. На микросхеме DA2 (MAX232CPE) выполнен узел согласования уровней сигналов этого порта и микроконтроллера. Резистор R1 и конденсатор C2 создают импульс, устанавливающий микроконтроллер в исходное состояние при подаче питания.

В авторском варианте для питания возбудителя использован импульсный блок питания от Ethernet-хаба. От него на разъём XP1 поступают два напряжения: +5 В и +12 В. Диоды VD1 и VD2 защищают возбудитель от случайной подачи напряжения питания неправильной полярности. Если установить в возбудитель интегральный стабилизатор DA1 на 5 В, показанный на схеме рис. 1 штриховыми линиями, для работы устройства будет достаточно подключить к разъёму XP1 только источник напряжения +12 В. Потребление от него не превысит 500 мА. Диод VD2 в этом случае можно не устанавливать. Светодиод HL1 служит для индикации наличия напряжения +5 В, а светодиод HL3 — напряжения +12 В.

Через ограничитель тока на транзисторах VT1, VT2 и диод VD5 напряжение +12 В поступает на контакты 8 и 9 разъёма XS1, не используемые возбудителем для передачи сигналов в компьютер. Оно может быть использовано для питания подключённого к этому разъёму автономного блока управления. Если ток в цепи этих контактов достигнет значения, при котором падение напряжения на резисторе R4 станет достаточным для открывания транзистора VT1, он, открывшись, зашунтирует эмиттерный переход транзистора VT2, препятствуя дальнейшему росту тока. Напряжение между контактами 8 и 9 разъёма XS1 и общим проводом упадёт, а светодиод HL3 уменьшит яркость свечения или совсем погаснет. При указанных на схеме типах и номиналах элементов порог ограничения тока — около 200 мА.

Основной узел, определяющий частотную стабильность формируемого возбудителем сигнала, — кварцевый генератор G1. Здесь применён термокомпенсированный интегральный генератор TCXO HCJ CO-T27HAZ 12,800 MHz EH с очень небольшим температурным уходом частоты. В принципе, можно использовать генератор на любую частоту от 8 до 16 МГц, необходимо лишь убедиться, что погрешность скорости работы асинхронного приёмопередатчика (UART) микроконтроллера при выбранной тактовой частоте будет приемлемой.

В микроконтроллере есть регистр UBRR, значение, занесённое в который, и задаёт скорость работы UART. Его определяют по формуле

$$UBRR = \frac{F_{crystal}}{UART_speed \cdot 16} - 1.$$

Так как используется скорость обмена (UART_speed) 9600 Бод, то при частоте кварцевого генератора $F_{crystal}$=12800000 Гц получим

$$UBRR = \frac{12800000}{9600 \cdot 16} - 1 = 82,(3).$$

Округляя до целого, примем UBRR=82=0x52. Погрешность округления (0,4 %) не превысила допустимого для правильной работы UART значения 0,5 %.

Значение UBRR и другие константы, связанные с частотой тактового генератора, записаны в программе микроконтроллера. Её вариант, приложенный к статье, рассчитан на 12,8 МГц. При использовании генератора на другую частоту в исходный текст программы необходимо внести соответствующие поправки и заново транслировать его (получить HEX-файл) с помощью, например, пакета AVR Studio. Перед загрузкой старого или нового варианта HEX-файла в память микроконтроллера все "галочки", задающие в окне программатора состояние разрядов конфигурации, должны быть сняты.

Новое значение UBRR вносят вместо имеющегося 0x52 в строку программы

```
Ldi r16,0x52 ;uart speed 9600
```

Трёхбайтный код частоты по умолчанию (устанавливаемой при включении питания возбудителя) вычисляют по формулам

$$Code = \frac{F}{Step},$$

где $$Step = \frac{F_{crystal}}{11 \cdot 2^{24}}.$$

При $F_{crystal}$=12800000 Гц и F=137500 Гц получим Code=1982464=0x1E4000.

Это значение занесено побайтно в следующие три строки программы:

```
ldi    R$21,0x00;младший байт
ldi    R$22,0x40
ldi    R$1,0x1e ;старший байт
```

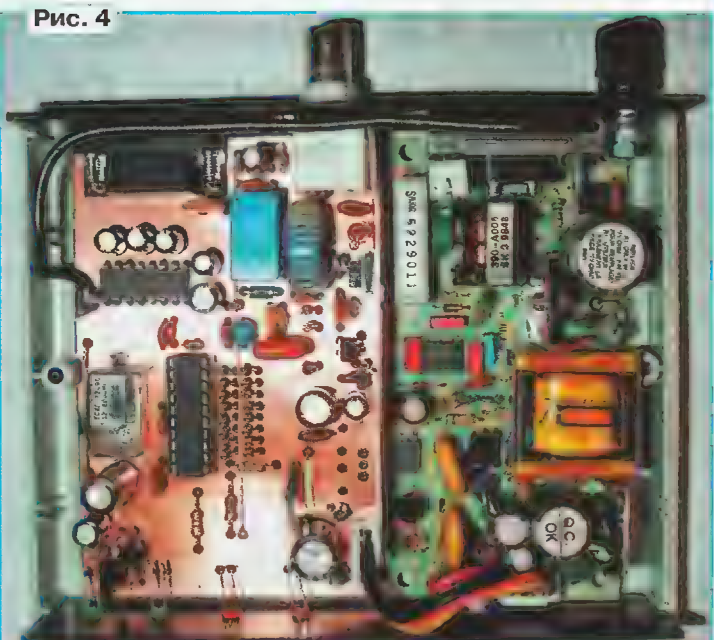
Методика выбора частоты генератора изложена на сайте EW6GB [1].

Программа микроконтроллера обеспечивает формирование отсчётов синусоиды требуемой частоты и выдачу их значений в восьмиразрядный порт B, к которому подключена матрица R-2R. Поскольку на формирование каждого отсчёта программа расходует 11 периодов тактовой частоты, максимальная частота сигнала теоретически ограничена значением

$$\frac{12800}{11 \cdot 2} = 581 \text{ кГц}.$$

Однако уже на частоте примерно 300 кГц и выше в формируемом сигнале появляется заметный джиттер. Ниже 50 кГц форма сигнала на выходе возбудителя становится отличной от синусоиды или меандра, что связано с влиянием разделительных конденсаторов в усилителе. Тем не менее в ДВ диапазоне 136 кГц качество сигнала достаточно хорошее.

Возбудитель собран на печатной плате размерами 70×100 мм из фольгированного с двух сторон текстолита (**рис. 3**). Со стороны установки элементов фольга сохранена и используется как общий провод, а отверстия раззенкованы. Микроконтроллер DD1 устанавливают в 20-контактную панель. Генератор G1 — указанного выше типа или TCXO-72C8C 12.8000MHz KSS. Плата рассчитана на резисторы МЛТ, многие из которых устанавливают перпендикулярно её поверхности, и керамические конденсаторы К10-7В (или их импортных аналогов). Оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные аналоги.


Рис. 4

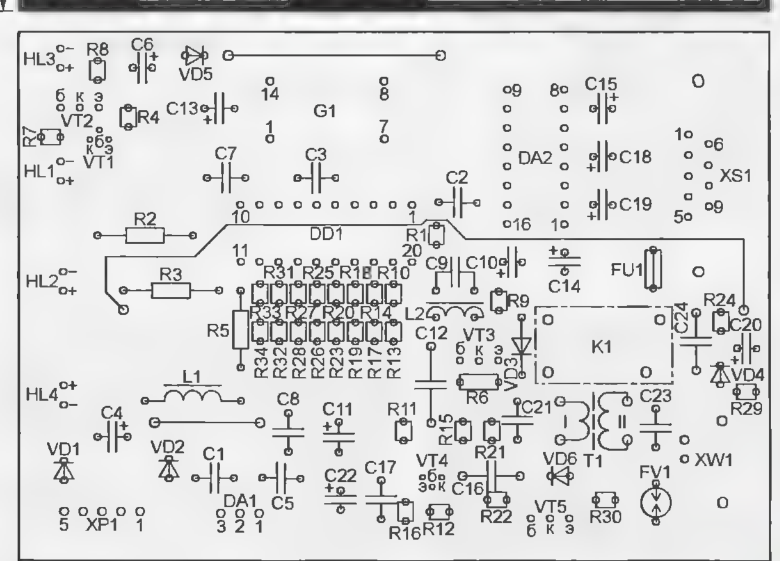


Рис. 3

Транзисторы BC547B можно заменить на КТ3102Д, BD139 — на КТ815А или КТ817А, BC557B — на КТ3107А, BD140 — на КТ814А, КТ816А. Светодиоды применены импортные в корпусах диаметром 3 мм, HL1 и HL3 — зелёного, а HL2 и HL4 — красного цвета свечения.

Дроссель L1 — ДПМ-0,6 10 мкГн, дроссель L2 — готовый малогабаритный на ферритовом кольце. Обмотки трансформатора T1 намотаны на кольцевом магнитопроводе из карбонильного железа T50-1 (голубого цвета с внешним диаметром 12,7 мм) фирмы Amidon. Обмотка I содержит 9, а обмотка II — 18 витков провода МГТФ-0,2.

Разъём XP1 — колодка штыревая PLS-5, XS1 — DRB-9FA, XW1 — BNC-7044. Разрядник FV1 — EC-75 или подобный. Автором использован разрядник, снятый с платы старого Ethernet-адаптера. Реле K1 — OEG OJE-SS-112LM 12V 3A×250V, извлечённое из компьютерного блока питания.

Транзистор VT5 и интегральный стабилизатор DA1 устанавливают на общий теплоотвод — алюминиевую пластину размерами 80×20 мм и толщиной 1 мм. Её располагают перпендикулярно поверхности платы вдоль её длинной стороны, рядом с контактными площадками для выводов этих элементов. Нижней кромкой пластина должна упираться в плату. Транзистор крепят к теплоотводу через слюдяную изолирующую прокладку, а стабилизатор — без неё. Желательно использовать теплопроводную пасту.

Платы возбудителя и импульсного блока питания помещены в пластмассовый корпус размерами 140×110×35 мм (**рис. 4**). На лицевую панель выведены светодиоды HL1—HL4, на заднюю — разъёмы XS1, XW1 и сетевой разъём блока питания, здесь же установлен зажим заземления.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Хаткевич А.** EW6GB LF PAGE. — <http://ew6gb.at.tut.by/mini_dds.html>.

(Окончание следует)

Простой КВ усилитель мощности на лампах ГИ-7Б

Яков ЛАПОВОК (UA1FA), г. Санкт-Петербург

Этот усилитель обеспечивает выходную мощность около одного киловатта на всех любительских диапазонах при работе с трансивером, имеющим выходную мощность до 100 Вт на нагрузке 50 Ом. Такие параметры, в частности, имеют большинство импортных трансиверов, которые используют радиолюбители. КСВ усилителя мощности по входу — не более двух.

Принципиальная схема усилителя приведена на **рис. 1**. Он собран на двух генераторных триодах ГИ-7Б (VL1 и VL2), включённых параллельно по схеме с общей сеткой.

Когда усилитель выключен или находится в неактивном режиме, выходной сигнал трансивера через разъём XW1 и нормально замкнутые контакты реле K4 и K5 поступает на антенну, подключённую к разъёму XW2. Соответственно, в режиме приёма сигнал из антенны поступает на вход трансивера в обратном порядке.

Включение усилителя выполняется в такой последовательности. Сначала выключателем SA1 "Сеть" подключают к сети вентилятор M1 и трансформатор T2, питающий цепи накала ламп и цепи управления. После небольшой паузы включают выключатель SA2 "Анод": одна пара его контактов подключает к сети анодный трансформатор T1, а вторая пара подаёт питание на обмотку реле K1. Первоначально сетевая обмотка трансформатора T1 подключена через токоограничивающий резистор R9, который ограничивает её большой пусковой ток. Затем контакты реле K1 замыкают этот резистор. Времени задержки срабатывания реле достаточно для завершения переходного процесса, обусловленного зарядкой конденсаторов C1—C16.

В усилителе реализована схема параллельного питания анодов ламп через фильтр L2L3C17C18 от источника напряжением 2500 В, который состоит из восьми включённых последовательно выпрямителей, выполненных на диодных мостах VD1—VD8 и сглаживающих конденсаторах C1—C16.

В активный режим усилитель переводят замыканием контактов разъёма X1 (PTT) педалью или сигналом управления трансивера. При этом срабатывает реле K3, питаемое от стабилизатора на элементах R15, VD20. Оно, в свою очередь, включает реле K2, K4 и K5.

Реле K4 и K5 своими контактами подключают разъёмы XW1 и XW2 к входу и выходу усилителя соответственно, а контакты реле K2.1 замыкают стабилитрон VD17, и на катодах ламп VL1, VL2 устанавливается рабочее напряжение смещения (в режиме приёма смещение увеличено за счёт подключения дополнительного стабилитрона VD17 и лампы закрыты).

Сигнал возбуждения поступает на катоды ламп через конденсатор C29 и широкополосный согласующий трансформатор T3.

К анодной цепи через разделительный конденсатор C20 подключён П-контур

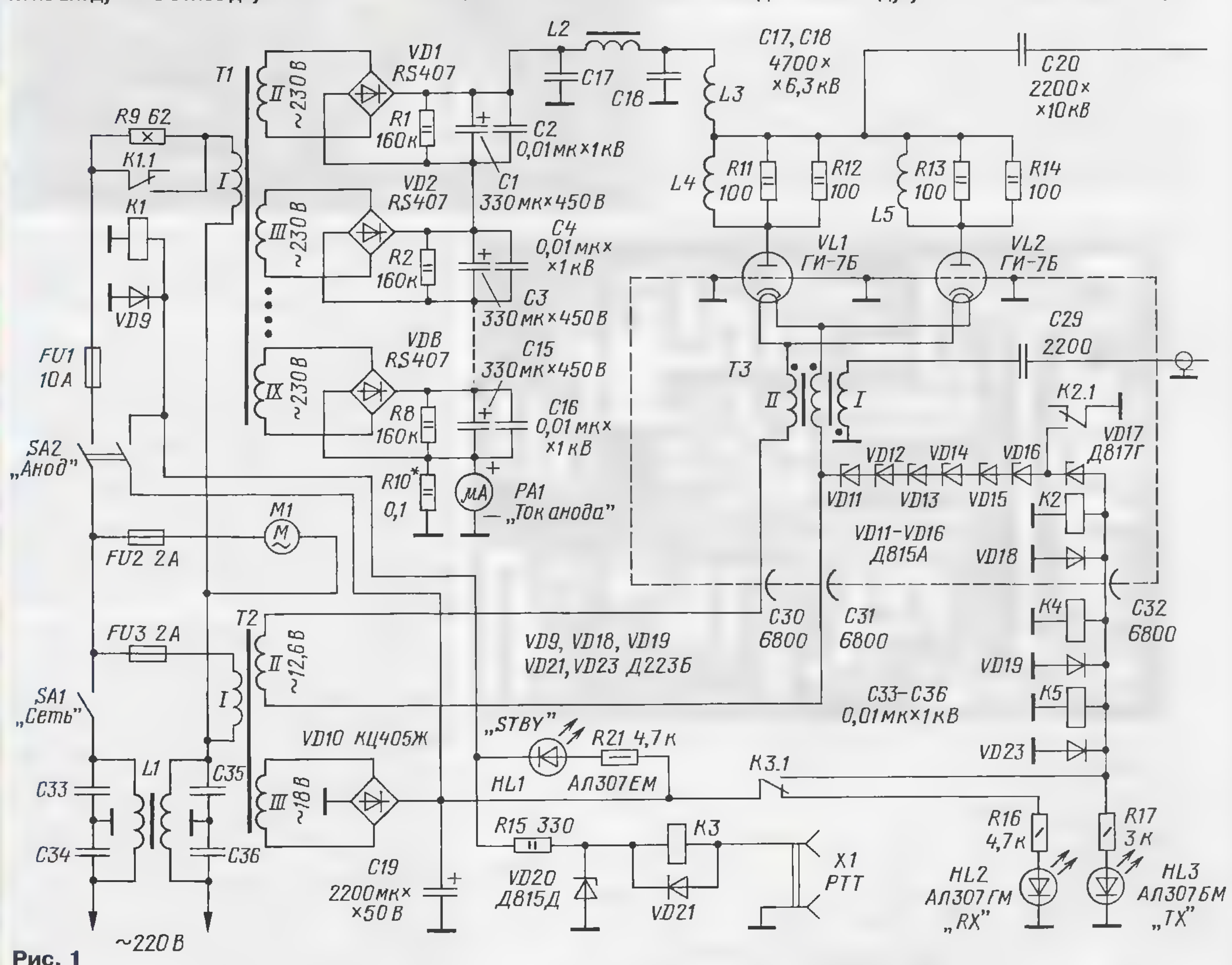


Рис. 1

(Начало см. на 2-й с. обложки)

обеспечивающий согласование усилителя практически с любой антенной. Он выполнен на катушках индуктивности L6, L7 и конденсаторах C21—C24, C27, C28. Переключение П-контура осуществляется переключателем SA3 на шесть положений, соответствующих любительским диапазонам 10, 15, 20, 40, 80 и 160 метров. На диапазоны 12, 17 и 30 метров настроить усилитель можно в положениях переключателя 10, 15 и 40 метров соответственно.

Антипаразитные дроссели L4, L5, включённые в цепи анодов ламп и зашунтированные резисторами R11—R14, предотвращают самовозбуждение усилителя на УКВ.

Усилитель смонтирован в самодельном корпусе размерами 420×400×190 мм, собранном из дюралюминиевых пластин толщиной 3 мм. Внутреннее пространство корпуса разделено вертикальной перегородкой на два отсека — шириной 230 мм для усилителя и 190 мм для источника питания.

Сетевые трансформаторы T1 (мощностью 1500 Вт) и T2 (100 Вт) были использованы готовые, не стандартные, поэтому намоточные данные для них у автора отсутствуют. У анодного трансформатора T1 восемь вторичных обмоток, каждая из которых выдаёт напряжение 230 В при токе нагрузки 1 А. Трансформатор T2 имеет две вторичные обмотки: одна — на напряжение 12,6 В и ток 4 А, вторая — на 18 В и ток 1 А.

Конструкция широкополосного входного трансформатора T3, выполненного по типу "бинокля", показана на **рис. 2**. Первичная (входная) обмотка выполнена из медной трубы диаметром 5 мм. Вторичными обмотками служат оплётка и центральный проводник коаксиального кабеля RG-58, пропущенного внутри первичной обмотки. Подобные трансформаторы неоднократно описывались в радиолюбительской литературе.

Двухобмоточный дроссель L1 представляет собой цилиндр, склеенный из 15-ти магнитопроводов типоразмера K16x8x6 из феррита M2000HM, через который пропущены сетевые провода. Дроссель L2 — стандартный Д-2,4 3 мкГн. Конструкция и число витков дросселя L3 показаны на **рис. 3**. Он намотан на каркасе из фторопласта проводом ПЭШК 0,44. Дроссели L4, L5 — один виток диаметром 20 мм медной полосы 7×0,5 мм.

Катушка L6 имеет внешний диаметр 50 мм. Она изготовлена из медной трубы диаметром 5 мм и содержит 16 витков. Отводы сделаны от 4-го, 6-го, 10-го и 15-го витков, считая от конца, соединённого с конденсатором C20.

Катушка L7 содержит 26 витков посеребрённого медного провода диаметром 2 мм, намотанного с шагом 1 мм на каркасе диаметром 50 мм. Отвод сделан от 12-го витка, считая от конца, соединённого с катушкой L6.

Резистор R9 — ПЭВ-10, остальные — МЛТ. Оксидные конденсаторы — K50-35 или аналогичные импортные. Постоянные конденсаторы C17, C18 — КВИ-3; C20—C24 — K15У-1; C30—C32 — КТП-1; все блокировочные — K15-5 или аналогичные импортные. Конденсаторы C27 и C28 с воздушными зазорами — 2 и 1 мм соответственно. На рис. 1 приведены максимальные значения их ёмкости.

Переключатель П-контура (SA3) — двухгалетный, от радиостанции Р-130 (переделан на шесть положений).

Реле K1, K2, K4, K5 — G2R-1-E 24VDC (OMRON). Реле K3 — TRIL-12VDC SD-2CM-R (ITT).

Приборы PA1 и PA2 — M42100 с током полного отклонения стрелки 100 мкА.

Внешний вид усилителя со стороны лицевой панели, а также виды на его монтаж со снятой верхней крышкой приведены на **2-й с. обложки**. В показанном варианте исполнения этого уси-

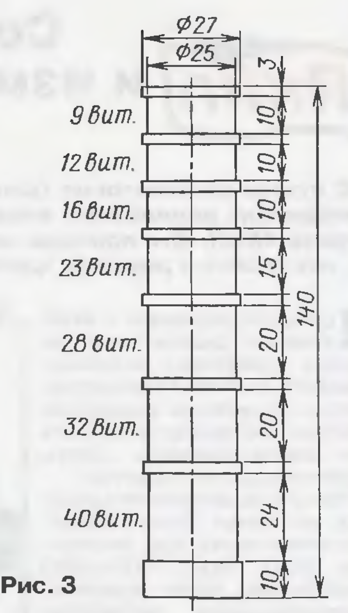


Рис. 3

лителя для индикации режимов "RX" и "TX" использован двухцветный светодиод (вместо двух светодиодов HL2 и HL3 на рис. 1). Лампы установлены вертикально на коробчатом шасси размерами 150×80×65 мм из алюминия. В подвале шасси расположены стабилитроны VD11—VD16, реле K2 и трансформатор T3. ВЧ сигнал подаётся через разъём XW3 — CP50-74ПФ.

На задней панели корпуса установлены разъём питания, держатели плавких вставок FU1—FU3, ВЧ разъёмы XW1 и XW2, гнездо X1. Между лампами и задней панелью установлен плоский осевой вентилятор диаметром 120 мм, а в панели вырезано отверстие такого же диаметра.

В верхней части П-образной крышки корпуса просверлены отверстия диаметром не менее 7 мм, которые занимают около 50 % её площади и служат для выхода воздуха, обдувающего лампы.

Налаживание усилителя сводится к установке начального анодного тока (тока покоя) 100 мА в режиме передачи подбором числа стабилитронов в цепи катодов ламп.

Автор выражает благодарность Василию Ветошкину (RV1AN) и Александру Пащенко (R1AC) за помощь в сборке и налаживании усилителя.

Рис. 2



Современные генераторы шума и измерители нелинейных искажений для разработчиков РЭА

В статье рассмотрена группа приборов — генераторы шума и измеритель нелинейных искажений, выпускаемые под торговой маркой АКИП. Эти приборы широко используются при разработке, настройке и ремонте трактов различной радиоаппаратуры.

При конструировании и налаживании радиоаппаратуры широко применяют источники шумового сигнала, а также измерители нелинейных искажений. Приборы позволяют настроить или отремонтировать тракты различной радиоаппаратуры.

Часто в радиотехнике применяют источники "белого шума". Источники-имитаторы аналогового шума серии АКИП-3501 представлены тремя моделями, различающимися диапазоном частот и уровнем выходной мощности. Приборы предназначены для использования в качестве источника электрического шумового сигнала с равномерным спектром и нормальным распределением мгновенных значений напряжения. На **рис. 1** показана модель АКИП-3501/1.

Генераторы шума АКИП-3501 могут применяться для моделирования шумового сигнала при налаживании систем спутниковой связи, например, с целью получения соответствующих значений отношения сигнал/шум, а также для имитации гауссовского белого шума в СВЧ радиосвязи и моделировании радиоэлектронной аппаратуры.

Рис. 1



Рис. 2



Поскольку параметры испытываемых радиоэлектронных узлов обычно зависят от уровня испытательного сигнала, генераторы шума АКИП-3501 имеют широкий интервал перестройки и малую дискретность регулировки амплитуды (в модели АКИП-3501/1 шаг регулировки — 0,1 дБ).

Технические характеристики генераторов шума серии АКИП-3501 приведены в **табл. 1**.

Таблица 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ	ПАРАМЕТРЫ	АКИП-3501/1	АКИП-3501/2	АКИП-3501/3
ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ	**Диапазон частот, МГц**	15...415	800...1500	300...1800
	Максимальная выходная мощность, дБм (в полосе частот, МГц)	> 0 (400)	≥ –2 (700)	≥ –1
	Шаг регулировки амплитуды, дБ	0,1	1 (ослабл. 0...30 дБ)	0,5
	Интервал установки уровня, погрешность, дБм	2...–30 ±2	2...–30 ±2	3...–30 ±2
	Выходное сопротивление, Ом	50	50	50
ОБЩИЕ ДАННЫЕ	**Габариты, мм; масса, кг**	374×254×103; 2,5		

Измеритель нелинейных искажений АКИП-4501 (**рис. 2**) — это современный, высокоскоростной измерительный прибор. Чаще всего подобные измерители используют в диапазоне низких частот при контроле и испытании высококачественных усилителей мощности звукового диапазона, звуковоспроизводящих и звукозаписывающих устройств, для контроля модулирующих узлов передатчиков и другой подобной аппаратуры. АКИП-4501 имеет три основных функциональных режима: измерение гармоник, напряжения, частоты. Рабочий диапазон в режиме "Гармоники" — от 20 Гц до 20 кГц. Базовая погрешность измерения коэффициента гармоник не превышает ±0,1 %.

Измерение частоты и напряжения производится в полосе от 10 Гц до 200 кГц. Максимальный уровень входного напряжения — до 300 В (среднеквадратичное значение), разрешение — 1 мВ, погрешность измерения — ±4 %.

АКИП-4501 снабжён ярким четырёхразрядным светодиодным индикатором. Переключение пределов измерения происходит автоматически. Приборы имеют ручной выбор единиц измерения напряжения — В, мВ или дБ и единиц измерения искажений — % или дБ.

Особенность конструкции — возможность выдачи двух управляющих сигналов развёртки (выходы X/Y) для отображения фигур Лиссажу на внешнем осциллографе. Такая функция позволяет определить фазовый сдвиг между гармониками. Это обеспечивается за счёт внутренней фильтрации входного сигнала и выделения кратной гармоники.

Технические данные измерителя нелинейных искажений АКИП-4501 приведены в **табл. 2**.

Таблица 2

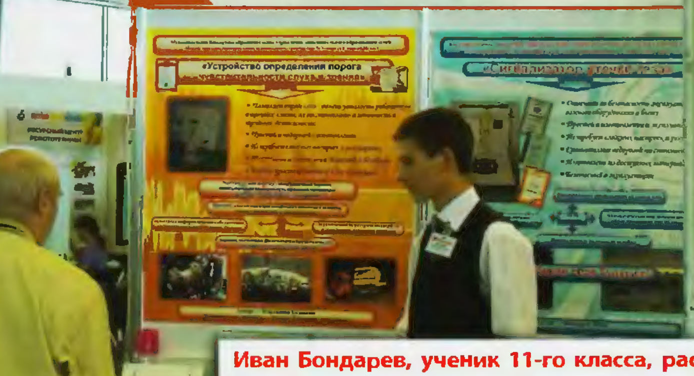
ХАРАКТЕРИСТИКИ	ПАРАМЕТРЫ	ЗНАЧЕНИЯ
ИЗМЕРЕНИЕ ГАРМОНИК	**Диапазон частот, Гц**	20...20000
	Интервал входного напряжения (среднеквадратичное значение), В	0,1...300
	Входное сопротивление, кОм	100
	Погрешность измерения коэффициента гармоник, % (К – коэффициент гармоник, %)	±(0,1К + 0,03)
ИЗМЕРЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ	**Диапазон частот, Гц**	10...200000
	Интервал входного напряжения (среднеквадратичное значение), В	0,003...300
	Погрешность измерения напряжения, %	±4
ИЗМЕРЕНИЕ ЧАСТОТЫ	**Диапазон частот, Гц**	10...200000
	Число разрядов индикатора	4
	Погрешность измерения частоты, единица младшего разряда	±2
ОБЩИЕ ДАННЫЕ	**Габариты, мм; масса, кг**	384×254×115; 3,8

Оба типа рассматриваемых приборов имеют современную конструкцию, просты в эксплуатации, имеют небольшие массу и габариты и высокие метрологические показатели, что позволяет их использовать как на производстве, так и в испытательных лабораториях.

Подробные технические характеристики приборов можно найти на сайте <www.prist.ru>. Консультации по вопросам измерительной техники — по тел. (495) 777-55-91 и по e-mail <info@prist.com>.



На входе выставки НТТМ-2012 посетителей встречал стенд Департамента образования г. Москвы и различные роботы.



Иван Бондарев, ученик 11-го класса, рассказывает о проектах Центра детского (юношеского) технического творчества ГБОУ ДОД, г. Белгород.

НТТМ-2012

(см. статью на с. 47)




Семён Коренков и Михаил Парфёнов (МАОУ СОШ № 30, г. Йошкар-Ола) демонстрируют модель автомобиля с автопилотом.



О проектах "Робот-флейтист" и "Рука-манипулятор" лицея № 1502 при МЭИ (г. Москва) рассказывает ученик 11-го класса И. Балашов.



А. Свиридов и А. Харченко из Волгоградского государственного аграрного университета представляют свой проект, названный коротко "Артишок".

119071, г. Москва, 2-й Донской пр., д. 10, стр. 4
тел.: (495)777-5591; факс: (495) 633-8502; prist@prist.ru

www.prist.ru